

# 鲜甜玉米 520 主要营养成分分析与评价

孟利<sup>1</sup>, 刘峰<sup>2</sup>, 金海涛<sup>2</sup>, 任红波<sup>2</sup>, 张晓波<sup>2</sup>, 程丽<sup>1</sup>, 张军<sup>1,\*</sup>

(1. 黑龙江大学生命科学学院农业微生物技术教育部工程研究中心, 黑龙江哈尔滨 150080;

2. 黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

**摘要:** 分析评价乳熟期甜玉米 520 营养价值特点, 为以甜玉米 520 为主要原料的玉米深加工及工程化食品开发提供数据依据。采用氨基酸分析仪、气相色谱法、离子色谱法测定甜玉米中氨基酸、脂肪酸、可溶性糖的种类及含量。结果表明, 甜玉米中含蛋白质 12.08%, 脂肪酸 6.66%, 灰分 2.41%。针对婴儿营养需求分析, 亮氨酸、含硫氨基酸、苯丙氨酸 + 酪氨酸、缬氨酸评分分别为 1.11、1.80、1.09、1.03; 组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸及苏氨酸分别为 0.83、0.75、0.52、0.99; 甜玉米 520 中可溶性糖总量为 11.98% (湿基), 果糖占总碳水化合物的 85.86%。结论: 作为婴儿食物来源, 该甜玉米具有充足的亮氨酸、含硫氨基酸、苯丙氨酸 + 酪氨酸、亮氨酸, 相对缺乏组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸及苏氨酸, 含较丰富的脂肪酸, 不饱和脂肪酸为亚油酸和亚麻酸, 可溶性糖以果糖为主。

**关键词:** 鲜甜玉米, 营养评价, 氨基酸, 脂肪酸, 可溶性糖, 离子色谱

## Detection and nutritional assessment of fresh sweet corn 520

MENG Li<sup>1</sup>, LIU Feng<sup>2</sup>, JIN Hai-tao<sup>2</sup>, REN Hong-bo<sup>2</sup>, ZHANG Xiao-bo<sup>2</sup>, CHENG Li<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>1,\*</sup>

(1. Engineering Research Center of Agricultural Microbiology Technology, Heilongjiang University, Harbin 150080, China;

2. Safety and Quality Institute of Agricultural Products, Heilongjiang Academy of Agricultural Science, Harbin 150086, China)

**Abstract:** Nutrition composition of fresh sweet corn was detected and evaluated for new products. Amino acid, fatty acid, sugar compositions were analyzed by amino acid analyzer, gas chromatography and ion chromatography respectively. The results showed that fresh sweet corn contained 12.08% protein, 6.66% fatty acid, 2.41% ash. Soluble carbohydrate was 11.98% (in wet basis) in which 86% was fructose. Comparing to infant essential amino acid model, AAS of leucine, sulphur amino acids, phenylalanine and tyrosine, valine were 1.11, 1.80, 1.09 and 1.03. Meanwhile, AAS of Histidine, isoleucine, lysine and threonine were 0.83, 0.75, 0.52 and 0.99 respectively which were insufficient for infant. In conclusion, the fresh sweet corn was sufficient in leucine, sulphur amino acids, valine, phenylalanine and tyrosine, but was short of histidine, isoleucine, lysine and threonine as infant food. Main unsaturated fatty acids were linoleic acid and linolenic acid. Main soluble sugar was fructose.

**Key words:** fresh sweet corn; nutrition evaluation; amino acid; fatty acid; soluble carbohydrate; ion chromatography (IC)

中图分类号: TS213.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)21-0358-04

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2014.21.069

甜玉米 (*Zea mays*) 属禾本科, 玉米属, 玉米甜质型亚种, 乳熟期甜玉米鲜脆爽嫩、适口性好, 但多以鲜食或罐头制品为主, 加工深度不足, 具有开发前景<sup>[1]</sup>。我国鲜食玉米种植面积以 31% 的年增长率快速增长, 目前约 500~600 万亩<sup>[2]</sup>。甜玉米品种繁多, 种植广泛, 种间、地域及种植方式差异使得产品加工品质与成分构成差异明显<sup>[3-6]</sup>, 针对不同品种甜玉米营养价值特点进行分析, 为开发具有不同用途食品

具有重要意义<sup>[7-8]</sup>。甜玉米 520 果穗较大, 籽粒淡黄色、有光泽, 风味好、种皮较薄残渣少、生食无异味, 通常用于加工籽粒罐头、速冻籽粒和鲜穗上市, 是非常好的加工和鲜食兼用型品种。为充分了解鲜甜玉米 520 营养价值特点, 指导新产品的加工及储存, 本文采用氨基酸分析仪分析氨基酸组成, 气相色谱法测定脂肪含量, 高效离子色谱-脉冲安培检测器测定器可溶性糖含量, 根据 FAO/WHO 专家委员会制定的“暂定氨基酸计分模式”评价其氨基酸营养价值<sup>[9]</sup>, 分析和评价了鲜甜玉米 520 的营养价值特点。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

吉林产乳熟期甜玉米 520, 脱粒, 于 -18℃ 冻存。

收稿日期: 2014-03-25

作者简介: 孟利 (1980-), 女, 博士, 副教授, 主要从事食品加工与检测研究。

\* 通讯作者: 张军 (1964-), 男, 教授, 主要从事食品加工研究。

基金项目: 哈尔滨市科技攻关计划项目 (2012AA6AN024); 黑龙江大学青年科学基金项目 (QL201023)。

表1 鲜甜玉米 520 中基本营养成分分析  
Table 1 Nutrient compositions in sweet corn 520

品种	水分 (%)	蛋白质 (%) ,dw)	脂肪 (%) ,dw)	碳水化合物 (%) ,dw)	灰分 (%) ,dw)
鲜甜玉米 520	76.18 ± 0.30	12.08 ± 0.16	6.66 ± 0.77	78.85 ± 1.21	2.41 ± 0.06
甜玉米平均量 <sup>[12]</sup>	71.3	13.94	4.18	69.34	-

KDN-103F 全自动凯氏定氮仪 华焯; L-8800 氨基酸全自动分析仪 日本 Hitachi; 6890 型气相色谱仪 美国安捷伦 (配 FID 检测器); ICS-3000 离子色谱 美国 Dionex 公司 (脉冲安培检测器和 Chromeleon 6.8 色谱工作站)

## 1.2 一般营养成分分析

一般营养成分分析包括水分、灰分、粗脂肪、蛋白质与碳水化合物的分析。水分测定采用 GB/T20264-2006; 灰分测定采用 GB/T5505-2008; 粗脂肪测定采用 GB/T5512-2008; 粗蛋白测定采用 GB/T14489.2-2008。

## 1.3 脂肪酸的分析

脂肪酸组成分析参照 GB/T17377-2008, 取索氏抽提后的样品, 用正己烷溶解并定容至 10mL, 取出 3.0mL 于 10mL 具塞试管中, 加入 0.3mL 氢氧化钾-甲醇溶液, 盖紧瓶盖, 涡旋振荡器上剧烈振摇 2min, 4000r/min 离心 5min 后将上清液转入气相色谱试样瓶, 气相色谱柱安捷伦 DB-FFAP 30m × 0.25mm × 0.25μm, 进样口温度 250℃, 载气 N<sub>2</sub>, 检测器温度 300℃, 分流比 10:1, 进样量 1.0μL。程序升温: 120~175℃, 升温速度 10℃/min, 保持 10min, 175~210℃, 升温速度 5℃/min, 保持 5min, 210~230℃, 升温速度 5min/5min。

## 1.4 氨基酸的分析

氨基酸组成分析参照 GB/T 5009.124-2008, 精确称取 1g 均匀好的样品, 在水解管内加入 6mol/L 盐酸 10mL, 在充氮封口, 110℃ 恒温干燥, 水解 22h, 打开水解管, 定容到 50mL, 取 1mL 微孔滤膜过滤, 用氨基酸自动分析仪分析。

## 1.5 可溶性糖组成与分析

精确称取 5g 样品置具塞锥形瓶中, 用超纯水定容至 250mL, 40℃ 水浴浸提 4h。摇匀后溶液通过 0.22μm 尼龙滤膜和活化后的 OnGuard II RP215, 弃去 6mL 初始流出液后采集 2mL 样品, 稀释 100 倍用于离子色谱测定可溶性糖含量。色谱柱 CarboPac PA-10 2mm × 250mm, 以 0~25mmol/L NaOH 溶液为流动相梯度洗脱, 流速为 1mL/min, 柱温为 30℃, 进样量为 10μL, 脉冲安培检测器检测<sup>[10]</sup>。

## 1.6 营养评价

根据每克氮中氨基酸评分标准模式和全鸡蛋蛋白质氨基酸模式和 FAO/WHO 模式进行比较, 计算氨基酸评分、必需氨基酸指数 (EAAI) 和营养指数 (NI)<sup>[11]</sup>。

AAS = 实验蛋白质某种必需氨基酸含量 (mg/g) / FAO/WHO 评分标准模式中相应必需氨基酸含量 (mg/g) × 100

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{\text{赖氨酸}_t}{\text{赖氨酸}_s} \times \frac{\text{缬氨酸}_t}{\text{缬氨酸}_s} \times \dots \times \frac{\text{苏氨酸}_t}{\text{苏氨酸}_s}}$$

式中: n 为比较的氨基酸个数; t 为实验蛋白质的必需氨基酸含量; s 为鸡蛋蛋白质中同种氨基酸含量

$$NI = \frac{EAAI \times PP}{100} \text{ 式中: } PP \text{ 为实验蛋白质的百分含量}$$

含量

## 1.7 数据处理

所有数据采用 SPSS 软件进行处理, 以  $x \pm SD$  表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 一般营养成分分析结果

乳熟期甜玉米 520 的水分及烘干后物质中水分、灰分、蛋白质、脂肪、碳水化合物和灰分测定如表 1 所示。与食物成分表中甜玉米的平均含量相比, 乳熟期甜玉米 520 中甜玉米水分含量为 76.18%, 其中蛋白质占干基含量的 12.08%, 蛋白质总量低于甜玉米平均量 (13.94%); 脂肪占干基含量的 6.66%, 高于甜玉米平均量 (4.18%); 碳水化合物占干基总量的 78.85% (减法), 灰分占干基含量的 2.41%。孙炜振 (2011) 报道六种玉米品种营养成分, 银糯 1 号蛋白质含量最高为 12.57%, 超甜玉米蛋白质含量为 11.79%<sup>[13]</sup>。

### 2.2 氨基酸组分分析及营养评价

甜玉米 520 中 18 种氨基酸含量结果如表 2 所示, 其中氨基酸总量占甜玉米 520 干重的 11.51%, 氨基酸占总蛋白含量的 96.20%, 其中必需氨基酸占氨基酸总量的 42.89%。合理的必需氨基酸模式应是 E/T 接近 40%, E/N 在 0.6~1.0 之间, 由此可知, 甜玉米中的氨基酸构成合理, 营养丰富, 该氨基酸测定种类及数量与昆明甜玉米的种类及数量略有差异<sup>[14]</sup>, 甜玉米 520 中苯丙氨酸含量较高。

为进一步评价甜玉米中氨基酸对婴儿营养价值, 比较了甜玉米中必需氨基酸含量与 FAO/WHO 建议的成人及婴儿的氨基酸评分模式, 并分别计算了玉米必需氨基酸评分。如表 3 所示, 该甜玉米中必需氨基酸种类齐全, 作为成年人蛋白质来源时, 能够满足人体需要。而对于婴儿而言, 组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苏氨酸不足, 第一限制性氨基酸为赖氨酸, 因此若开发婴儿食品, 应在配料中加入富含组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸及苏氨酸的食品原料。经计算, 鲜玉米中赖氨酸含量为 34.02mg/g (氨基酸/蛋白质), 高于面粉 (20mg/g)、大米 (32mg/g) 等谷类食品, 是赖氨酸含量较高的谷类食品。

### 2.3 脂肪酸分析及营养成分评价

对甜玉米 520 中脂肪酸的组成成分进行, 如图 1

表2 鲜甜玉米 520 中氨基酸含量  
Table 2 Amino acid profile in fresh sweet corn

氨基酸	含量(g/100g)	相对含量(%)	氨基酸	含量(g/100g)	相对含量(%)
天冬氨酸	0.831 ± 0.05	7.34	色氨酸*	-	-
苏氨酸*	0.512 ± 0.07	4.52	异亮氨酸*	0.417 ± 0.09	3.68
丝氨酸	0.622 ± 0.08	5.49	亮氨酸*	1.060 ± 0.06	9.36
谷氨酸	2.032 ± 0.13	17.94	酪氨酸	0	0.00
甘氨酸	0.449 ± 0.03	3.96	苯丙氨酸*	0.944 ± 0.10	8.33
丙氨酸	0.960 ± 0.06	8.48	赖氨酸*	0.411 ± 0.07	3.63
胱氨酸*	0.670 ± 0.11	5.92	组氨酸**	0.262 ± 0.05	2.31
缬氨酸*	0.684 ± 0.04	6.04	精氨酸**	0.458 ± 0.04	4.04
甲硫氨酸*	0.245 ± 0.05	2.16	脯氨酸	0.769 ± 0.07	6.79

注：“\*”必需氨基酸，“\*\*”婴儿必需氨基酸。

所示,根据甜玉米脂肪酸的气相色谱测定结果,计算得到甜玉米主要的脂肪酸种类及含量,如表4所示。乳熟期甜玉米中含有3种饱和脂肪酸,2种单不饱和脂肪酸,2种多不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸为棕榈酸、硬脂酸和花生酸,占17.68%;单不饱和脂肪酸为棕榈油酸、油酸,占39.93%;多不饱和脂肪酸为亚油酸和亚麻酸,占42.01%;不饱和脂肪酸占总量的81.94%。

表3 鲜甜玉米 520 中必需氨基酸评分

Table 3 Amino acid contents and scores(AAS) in fresh sweet corn 520

氨基酸	AAS (成人)	AAS (<1岁)	EAAI (<1岁)	NI
His	1.36	0.83		
ILe	2.66	0.75		
leu	5.42	1.11		
lys	2.13	0.52		
Met + Cys	4.46	1.80	0.866	0.146
Pre + Tyr	4.11	1.09		
Thr	4.71	0.99		
Trp	-	-		
val	4.35	1.03		

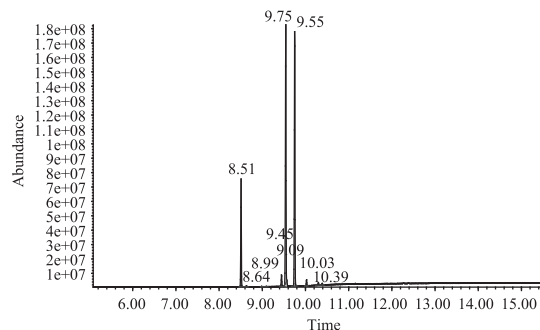


图1 气相色谱法分析鲜甜玉米中脂肪酸种类及含量

Fig.1 GC profile of fatty acid in fresh sweet corn

## 2.4 可溶性糖类组成分析及营养评价

对甜玉米 520 中可溶性糖的组成成分进行分析,如图2所示,根据保留时间的不同,甜玉米中分别含有半乳糖、葡萄糖、果糖、核糖、蔗糖、乳糖、棉籽

糖、麦芽糖,八种糖的出峰能够完全分开,整个测定结果在35min内完成。

表4 鲜甜玉米 520 中脂肪酸组成

Table 4 Contents of fatty acid in fresh sweet corn

脂肪酸	相对含量(%)
C16:0(棕榈酸)	15.26 ± 0.81
C18:0(硬脂酸)	2.00 ± 0.21
C20:0(花生酸)	0.42 ± 0.52
C16:1(棕榈油酸)	0.15 ± 0.02
C18:1(油酸)	39.78 ± 1.84
C18:2(亚油酸)	41.07 ± 0.96
C18:3(亚麻酸)	0.94 ± 0.07
ΣSFA	17.68
ΣUFA	81.94

注:ΣSFA为饱和脂肪酸总量;ΣUFA为不饱和脂肪酸总量。

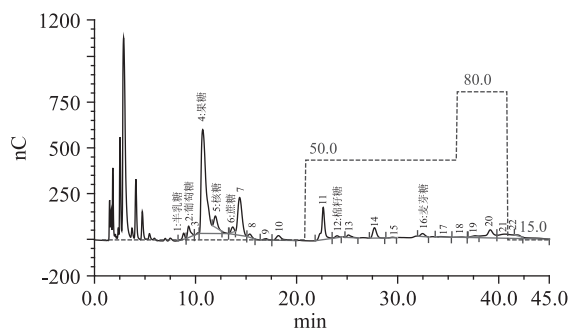


图2 离子色谱法分析鲜甜玉米 520 中可溶性糖种类及含量

Fig.2 Ion chromatography profile of soluble carbohydrate in fresh sweet corn

该条件下测定甜玉米 520 中可溶性糖含量,如表5所示,可溶性糖含量被认为是即食玉米品质影响较大的因素之一<sup>[15]</sup>,结果表明,甜玉米 520 中可溶性糖总量为11.98%(湿基),从高到低依次为果糖103mg/g、核糖4.85mg/g、蔗糖3.25mg/g、葡萄糖3.30mg/g、麦芽糖2.45mg/g、半乳糖1.55mg/g、棉籽糖1.45mg/g。此甜玉米中的果糖含量最高,相对含量达到了85.86%。

## 3 结论

乳熟期甜玉米 520 中含水分76.18%,其他营养

成分占干重比例分别为,蛋白质 12.08%,脂肪 6.66%,灰分 2.41%,总碳水化合物含 78.85%;富含不饱和脂肪酸,其中亚油酸和亚麻酸含量占 42.01%;可溶性糖含量高,以果糖为主,易于消化吸收。对于婴儿,甜玉米蛋白质中限制性氨基酸是组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、苏氨酸,开发甜玉米婴幼儿食品需补充富含组氨酸、异亮氨酸、赖氨酸及苏氨酸的食品原料,以提高蛋白质利用率。婴儿在 4~6 个月开始添加辅食,张亚果调查报告发现有 78.6% 的婴儿家长选择谷物为第一种辅食<sup>[16-17]</sup>,鲜甜玉米可作为婴儿辅食原料之一,开发相应产品。另外,其可溶性糖以果糖为主,不易引起血糖波动,也适合糖尿病人食用<sup>[18]</sup>。对于成年人,其氨基酸可以满足人体需要。甜玉米在加工、储藏过程中会发生脂肪酸和蛋白质的降解,营养价值降低<sup>[19-22]</sup>,鲜甜玉米 520 在加工、储存过程中营养成分的变化及合适的储藏方法还需要进一步研究。

表5 鲜甜玉米 520 中可溶性糖含量(湿基)

Table 5 Soluble carbohydrate contents in fresh sweet corn(wet weight)

组成	含量(mg/g)	相对含量(%)
果糖	103 ± 0.12	85.86
核糖	4.85 ± 0.06	4.06
蔗糖	3.25 ± 0.03	2.71
葡萄糖	3.30 ± 0.01	2.74
麦芽糖	2.45 ± 0.07	2.03
半乳糖	1.55 ± 0.03	1.30
棉籽糖	1.45 ± 0.02	1.21

### 参考文献

[1] Ishwar S, Sapna L, Pranjali Y. Sweet Corn and Corn-Based Sweeteners[J]. Sugar Tech, 2014, 16(2): 144-149.  
 [2] 刘夫国, 牛丽影, 李大婧, 等. 鲜食玉米加工利用研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33(23): 375-379.  
 [3] 邢燕菊, 阴卫军, 邱登林, 等. 鲜食玉米的品质评价及采收期品质变化[J]. 山东农业科学, 2010(11): 44-46.  
 [4] 刘国华, 罗致春, 马正龙, 等. 早熟鲜食甜玉米敦甜 2 号[J]. 中国蔬菜, 2014(2): 88-89.  
 [5] 刘圣宽. 超甜玉米新组合珍甜 5 号的选育[J]. 吉林蔬菜, 2014(3): 36-36.  
 [6] 包斐, 王桂跃, 卢德生. 鲜食甜玉米与鲜食大豆间作套作

的产量及主要性状变化[J]. 浙江农业科学, 2013(7): 790-792.

[7] 杨婧曦, 于海峰. 酶法制备白果甜玉米澄清饮料的研究[J]. 食品科技, 2013, 38(9): 76-78.

[8] 王蕊. 甜玉米果粒酸奶加工前处理工艺[J]. 食品科学, 2011, 32(24): 136-140.

[9] FAO/WHO. Joint FAO/WHO food standards programme codex committee nutrition and food hygiene[S]. 1973.

[10] 李仁勇, 梁立娜, 牟世芬, 等. 离子色谱-脉冲安培检测白醋和豆腐水中单糖和大豆低聚糖[J]. 分析化学, 2009, 37(5): 725-728.

[11] 艾明艳, 胡筱波, 熊善柏. 框镜鲤肌肉主要营养成分测定评价[J]. 营养学报, 2011, 33(1): 87-89.

[12] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表(第二版)[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2009: 111-116.

[13] 孙祚振, 赵森, 吴洪婕, 等. 糯玉米营养品质和风味品质的鉴定分析[J]. 大麦与谷类科学, 2011(4): 1-5.

[14] 邵金良, 杨芳, 兰珊珊, 等. 甜玉米籽粒和玉米须中水解氨基酸含量测定分析[J]. 粮食科技与经济, 2010, 35(2): 46-48.

[15] 刘玉花, 宋江峰, 李大婧, 等. 即食玉米加工用品种筛选的主成分分析法[J]. 食品科学, 2010, 31(9): 71-73.

[16] 张亚果, 冉域辰, 李薇, 等. 婴儿辅食添加与生长发育情况分析[J]. 中国儿童保健杂志, 2012, 20(2): 163-166.

[17] Semasaka C. 玉米、小米和大豆制备挤压婴儿食品及其营养特性的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2010: 15-16.

[18] 陈盈蓉, 张仙平. 高脂低糖高果糖的糖尿病专用肠内制剂之临床营养治疗迷思[C]. 中国营养学会第十一次全国营养科学大会暨国际 DRIs 研讨会学术报告及论文摘要汇编, 2013, (5): 153-154.

[19] 刘夫国, 金邦荃, 牛丽影, 等. 鲜食玉米脂氧合酶的酶学性质[J]. 食品科学, 2013, 34(3): 198-201.

[20] Cecília M B, Warley P E, Maria B A. Bioactive amines in fresh, canned and dried sweet corn, embryo and endosperm and germinated corn[J]. Food Chemistry, 2012, 131(7): 1355-1359.

[21] 谢玉花, 刘升, 宋洪波, 等. 贮藏温度和薄膜包装对甜玉米呼吸强度及品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(2): 1-8.

[22] Li Dajing, Song Jiangfeng, Liu Chunquan. Kinetic stability of lutein in freeze-dried sweet corn powder stored under different conditions[J]. Food Science and Technology Research, 2014, 20(1): 65-70.

全国中文核心期刊  
轻工行业优秀期刊