

两类蔬菜品种营养成分含量及碳氮素特征的研究

于立梅, 刘晓静, 农仲文, 陈海光, 卜坚珍, 周淑仪

(仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225)

摘要: 为了阐述有机蔬菜和普通蔬菜营养成分含量和稳定同位素的差异, 本文以普通蔬菜为对照, 采用化学分析和稳定同位素质谱方法, 对有机蔬菜和普通蔬菜的营养成分含量及碳氮素特征进行了研究。结果表明: 普通类蔬菜中水分含量高于有机类蔬菜。有机类蔬菜品种中 Vc、可滴定酸、蛋白、多酚和总糖含量均高于普通类蔬菜, 其中 7 种有机类蔬菜的维生素 C 含量是普通类蔬菜的 1.11~2.90 倍, 有机蔬菜可滴定酸的含量是普通蔬菜的 1.1~1.5 倍, 有机蔬菜总糖含量是普通蔬菜的 1.09~1.34 倍。碳氮素特征表明, 7 个品种的有机类和普通类蔬菜的 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 的值均不同, 其中有机玉米和茄子的 $\delta^{15}\text{N}$ 值分别高出普通类 5.36 和 4.62。两类蔬菜品种中营养成分和碳氮素特征都区别于普通类蔬菜, 这是由于蔬菜之间种植环境和施肥标准不同而造成的。

关键词: 有机蔬菜; 普通蔬菜; 营养成分; 碳氮同位素

文章编号: 1673-9078(2017)11-70-74

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2017.11.011

Nutrition Component Contents and Carbon Nitrogen Isotope Characteristics of Different Varieties of Vegetables

YU Li-mei, LIU Xiao-jing, NONG Zhong-wen, CHEN Hai-guang, BU Jian-zhen, ZHOU Shu-yi

(College of Light Industry and Food Technology, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: The nutrition components and carbon nitrogen isotope characteristics in organic vegetable and ordinary vegetable were investigated to classify their difference of, by the chemical analysis and stable isotope mass spectrometry method in this study. The results showed that the moisture contents of the organic vegetables were slightly lower than those of ordinary vegetable. Meanwhile, the contents of phenolic, protein, total sugar and vitamin C of organic vegetables were higher than those of ordinary vegetables. Among them, the contents of vitamin C of 7 kinds of organic vegetables was 1.11~2.90 times of ordinary vegetables, titrated acid content of organic vegetables was 1.1~1.5 times higher than that of the ordinary vegetables, and total sugar content of organic vegetables was 1.09~1.34 times higher than that of the ordinary vegetables. The Carbon Nitrogen Isotope had different values among seven vegetables, the $\delta^{15}\text{N}$ values of organic corn and eggplant are 5.36 and 4.62 higher than those of the ordinary one, respectively, which contributed to the different plant models. According to comprehensive analysis, the nutrients and carbon nitrogen isotope characteristics of organic vegetables are different from ordinary vegetables, which are caused by the different cultivation environment and fertilization standards between vegetables.

Key words: organic vegetable; ordinary vegetable; nutrition component; carbon nitrogen isotope

蔬菜是人类赖以生存的物质基础, 是改善和提高人民生活水准的不可缺少的基础食品。中国作为地处亚热带和温带的亚洲国家, 蔬菜在农业发展中具有独特的优势和地位, 是种植业中最具活力的经济作物之一。近些年, 伴随工业的发展, 农业的发展也出现了前所未有的革命, 农民为了减少病虫害的危害, 提高农作物产量和经济效益, 导致在农业生产中使用大量的化肥、杀虫剂, 农药, 这些化学品在环境和农作物

收稿日期: 2017-06-17

基金项目: 广东省自然科学基金项目 (2015A030313604); 国家级大创项目 (HC501035505)

作者简介: 于立梅 (1973-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 功能食品化学

本身中的积累也给人类带来了无法评估的风险。所以可持续发展农业, 绿色生产、环境友好型农业越来越受到重视。有机蔬菜是有机农业中很重要的一部分, 也受到了人们的关注。有机蔬菜是指来自于有机农业生产体系, 也就是整个生产过程中必需严格遵循有机食品的生产技术规范, 即生产过程中完全不使用农药、化肥、生长调节剂等化学物质, 不使用基因工程技术, 同时还必需经过独立的有机食品认证机构全过程的质量控制和审查^[1]。2015年, 我国有机蔬菜种植面积达到 222.68 万亩, 比 2013 年增加 10.54 万亩。主要分布于北京、山东、福建和陕西等地区。截止 2015 年年末, 我国有机蔬菜加工行业企业数量达到 271 家, 比 2013

年增加 88 家,我国有机蔬菜加工行业资产规模达到 146689.51 万元,比 2013 年同比增长 48.08%,除部分供应国内市场外,还大量出口到日本、欧洲和美国等发达国家^[2]。随着食品安全和食品健康在国内受到的关注度越来越高,未来有机蔬菜的消费在我国将呈现爆发式增长,预计 2020 年之前市场规模的复合增长率将达到 20%。随着我国蔬菜产业的迅速发展和人民生活水平的不断提高,人们对蔬菜产品的质量要求也日益提高,不仅要求外观美,风味佳、农药及有害物质残留低,还要求其具有丰富、均衡的营养成分。营养成分是蔬菜品质问题的核心,它受多种因素的影响,如气候、土肥、栽培方式和遗传机制等^[3]。近年来,受到快速增长的消费需求的影响,广东地区有机农业面积和产量快速增加,其中蔬菜占相当大比重。国内目前尝试应用稳定同位素方法判定黄瓜和茶叶的有机生产特性^[4,5]。然而,对于有机蔬菜在营养成分和碳氮素特征上与普通栽培蔬菜的比较,目前还未见报道。本文研究了有机蔬菜和普通蔬菜在营养成分和碳氮素特征方面的差异,对指导生产与消费具有重要作用。

1 材料与方法

1.1 材料

有机蔬菜和普通蔬菜均来自广东某蔬菜生产基地,种植方式分别按照有机蔬菜和普通蔬菜标准实施。蔬菜种类有菜心、油菜、玉米、黄瓜、苦瓜、茄子和豆角。新鲜样品采摘后,洗净切分,Vc 用鲜样测定,其余样品冷冻干燥,粉碎后用于其他营养成分的分析。

1.2 试剂与仪器

主要仪器:DU-730 型紫外可见分光光度计(日本岛津分析仪器厂);恒温水浴锅(广东环凯微生物科技有限公司);电热恒温培养箱(上海索谱仪器有限公司);HY-Z 型调速振荡器(常州国华电器有限公司);Tecator1030 凯氏定氮仪(Tecator 特卡托公司);稳定同位素质谱仪(美国 ThermoFisher 科学仪器公司)。试剂按要求为分析纯。

1.3 实验方法

1.3.1 营养成分的测定方法

水分:采用重量法;蛋白质:采用凯氏定氮法(GB 5556-1988);Vc:采用 2,6-二氯靛酚滴定法(GB 6195-1986);可滴定酸:采用酸碱滴定法(GB/T 6276.1-2008);多酚:采用福林酚比色方法^[6];总糖:采用苯酚-硫酸方法^[7]。每个样品设三次重复。

1.3.2 同位素的测定

有机和普通蔬菜采集后立即带回实验室,采用先在 105 °C 高温杀青 30 min,再用 60 °C 烘干。用微型粉碎机和球磨机将样品粉碎,封袋待测。所有样品均在广州市质量技术监督局产品质量监督检验所实验室内测定分析完成。烘干样品的 $\delta^{15}\text{N}$ 采用同位素质谱仪(Delta Plus XP)进行测定,其精度为 0.15‰^[8,9]。

1.3.3 数据分析

每个试验测定重复 3 次,获得平均值和标准偏差。应用 SPSS 19.0 软件对所有试验最终数据进行分析,检验差异显著性($p < 0.05$ 表示差异显著, $p < 0.01$ 表示差异极显著)。

2 结果与分析

2.1 有机类和普通类蔬菜水分含量的变化

有机类和普通类蔬菜水分含量的变化见图 1,由图 1 可知,7 个品种的两类蔬菜都含有较高的水分含量,水分含量在 75%~97% 之间,其中玉米的水分含量最低为 76%。两类蔬菜中有机类蔬菜的水分含量均低于普通类蔬菜,其中普通菜心、玉米、黄瓜、茄子和豆角分别高出有机类 2.23%、3.72%、2.03%、2.77% 和 2.42%。应用 SPSS 19.0 软件对试验最终数据进行分析,两类蔬菜水分含量差异显著性不同,其中苦瓜水分含量差异不显著($p > 0.05$),其他几种均差异显著。水分含量对食品的腐败变质有着重要影响,直接影响其品质以及安全储藏,水分含量越高则越宜于微生物的生长,食品就越容易腐败变质,有机蔬菜水分含量比一般蔬菜低许多,但甜味比较高,所以有机蔬菜吃起来比较有味道。所以有机类蔬菜腐败变质速度较无公害类和普通类蔬菜慢,保质期较长。

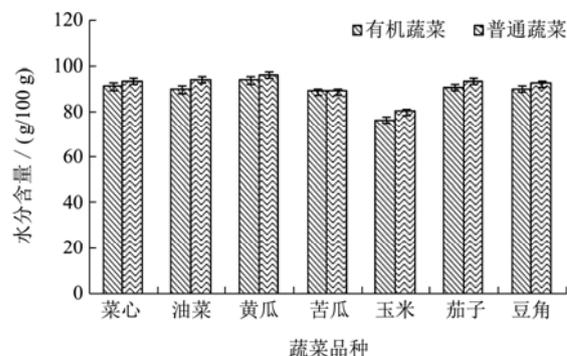


图 1 有机类和普通类蔬菜水分含量的变化

Fig.1 The water content changes of different kinds of vegetables

2.2 有机类和普通类蔬菜维生素 C 含量的变化

维生素 C 是维持人体正常生理功能的重要化合物,可以促进人体胶原蛋白的合成及伤口愈合,改善心肌功能,降低毛细血管脆性,还具有增强机体抵抗能力及防癌作用。有机类和普通类蔬菜维生素 C 含量的变化见图 2。由图 2 可知,7 种有机类蔬菜的维生素 C 含量均高于普通类,且差异显著 ($p < 0.05$)。其中有机苦瓜维生素 C 含量最高,为 113.38 mg/100 g,其次是菜心 (37.20 mg/100 g)、豆角 (32.86 mg/100 g),7 种有机类蔬菜是普通类蔬菜维生素 C 含量的 1.11~2.90 倍,相关研究也有类似的报道。宋曙辉报道^[10]有机栽培蔬菜的 Vc、钾含量较为明显地高于普通蔬菜。所以同一种蔬菜不同栽培地点、不同品种或不同栽培时间都会引起蔬菜营养成分含量上的差异。

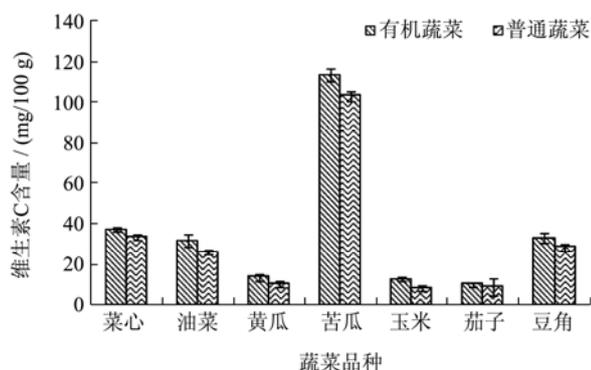


图 2 有机类和普通类蔬菜维生素 C 含量的变化
Fig.2 The vitamin C content changes of different kinds of vegetables

2.3 有机类和普通类蔬菜蛋白质含量的变化

蛋白质是生命的基础,人体的一切细胞组织都是由蛋白质组成的。有机类和普通类蔬菜蛋白质含量的变化见图 3,从图 3 中看出,这几种蔬菜中蛋白质含量远达不到人体每日需蛋白质质量 2~4 kg 体重。因此,在生活中多吃些豆类、蛋类食品是提高膳食中蛋白质含量的主要途径。有机类和普通类蔬菜蛋白质含量的变化见图 3,从图 3 可见,所选不同品种普通蔬菜之间蛋白质 C 含量相差不大,含量范围为 2.18~3.39 g/100 g·FW,含量最高的油菜 3.39 g/100 g·FW。但不同种植方式的蔬菜蛋白质含量差异显著,有机蔬菜的蛋白质含量显著高于普通蔬菜。其中有机菜心、茄子和豆角蛋白含量分别是普通菜心、茄子和豆角 1.92、1.94、1.90 倍,有机玉米和苦瓜分别是普通的 1.56、1.67 倍。这种差异可能是两种蔬菜受重金属污染程度不同,重金属通过抑制蔬菜植物的细胞分裂和伸长,刺激和抑制一些酶的活性影响组织蛋白质合成、降低光合作用和呼吸作用、伤害细胞膜系统,从而影响蔬菜的生长和发育。研究表明,镉污染的农产品中蛋白

质和可溶性糖含量明显下降;铅和铜污染则使蔬菜中可溶性糖和抗坏血酸含量迅速下降^[11]。

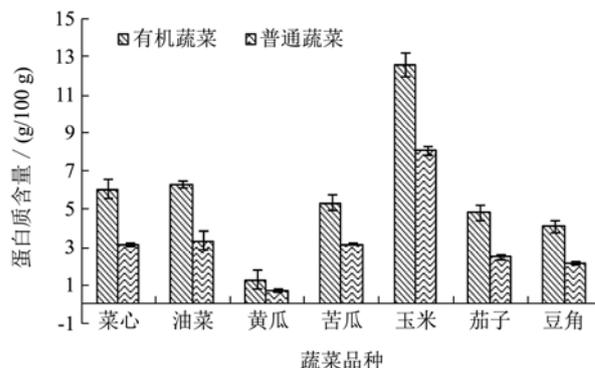


图 3 有机类和普通类蔬菜蛋白质含量的变化
Fig.3 The protein content changes of different kinds of vegetables

2.4 有机类和普通类蔬菜总糖含量的变化

食品中的总糖含量是指食品中含各种可被人类消化利用的糖类物质总和,反映出食品营养素的组成,是食品中重要的风味成分和营养成分。有机类和普通类蔬菜总糖含量的变化见图 4。由图 4 可以看出,7 个蔬菜品种中,有机菜心、玉米、黄瓜、茄子和豆角分别高出普通类蔬菜,且差异显著 ($p < 0.05$)。有机玉米总糖含量最高,为 6.69 g/100 g,其中有有机苦瓜的总糖是普通苦瓜总糖含量的 1.6 倍,其他的有机蔬菜总糖含量是普通蔬菜总糖含量的 1.09~1.34 倍。有机蔬菜和普通蔬菜使用的肥料不同,普通蔬菜大量施用化学肥料使蔬菜的生长周期缩短,虽产量提高,但是营养物质普遍降低并带来硝酸盐显著升高的后果。有研究表明氮肥施用量增加,会导致蔬菜中 Vc、可溶性糖含量减少,且与施氮量呈负相关关系^[12]。

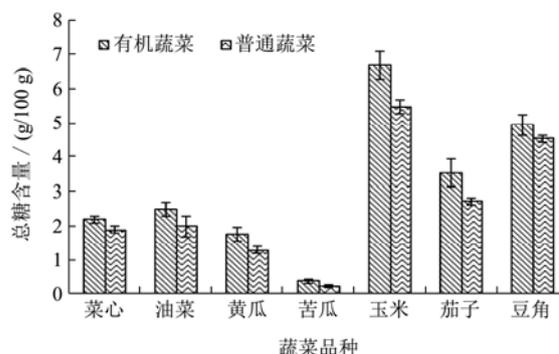


图 4 有机类和普通类蔬菜总糖含量的变化
Fig.4 The total sugar content changes of different kinds of vegetables

2.5 有机类和普通类蔬菜可滴定酸含量的变化

有机类和普通类蔬菜可滴定酸含量的变化见图5, 由图5可以看出, 7种蔬菜的有机类的可滴定酸含量都高于普通蔬菜, 且差异显著 ($p < 0.05$)。每种有机蔬菜可滴定酸的含量分别是普通蔬菜含量的 1.1~1.5 倍。虽然可滴定酸也是蔬菜品质的组合因素, 但酸对蔬菜品质的影响主要是由糖酸比来决定。糖酸比决定着蔬菜的风味, 糖酸比越高, 蔬菜的风味就越好。结合图4的总糖含量数据表明, 有机蔬菜糖酸比都比普通蔬菜高。糖酸比变化最大的是苦瓜、有机苦瓜为 0.074, 普通苦瓜为 0.046 其次是油菜和茄子。显然, 有机蔬菜的品质要优于普通蔬菜。这蔬菜生产基地以有机肥为主、配施化肥的施肥方式是分不开的。

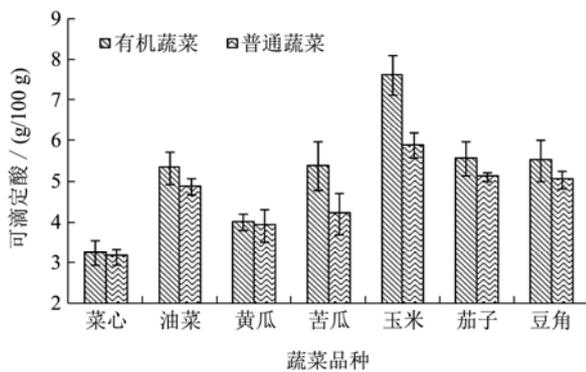


图5 有机类和普通类蔬菜可滴定酸含量的变化

Fig.5 The titratable acid content changes of different kinds of vegetables

2.6 有机类和普通类蔬菜多酚含量的变化

多酚是植物的次级代谢产物, 具有多种功效。多酚由于其强抗氧化活性, 使其具有抗菌、抗病毒和抗炎的作用^[15]。有机类和普通类蔬菜多酚含量的变化见图6。

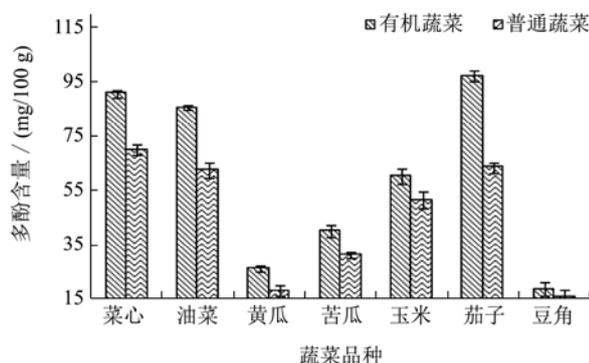


图6 有机类和普通类蔬菜多酚含量的变化

Fig.6 The polyphenols content changes of different kinds of vegetables

从图6可知, 7个蔬菜品种中, 有机菜心、玉米、黄瓜、茄子和豆角的多酚含量分别高出普通类 20.79 mg/100 g、8.60 mg/100 g、3.84 mg/100 g、31.34 mg/100

g 和 2.68 mg/100 g, 且差异显著 ($p < 0.05$)。其中有机茄子多酚含量是普通茄子多酚含量的 1.5 倍左右。王海凤报道^[13], 绿色茄子和菠菜的 DPPH· 自由基清除率比无公害茄子高, 有机田地里种植的蔬菜类的黄酮水平会成倍增加。类黄酮的水平与土壤中有有机物质的积累量成正比, 而与化肥使用水平多少成反比。

2.7 有机类和普通类蔬菜碳素特征变化

有机类和普通类蔬菜 $\delta^{13}C$ 的变化见表1。由表1中数据可知, 有机类、普通类的 $\delta^{13}C$ 的值不同, 这是由于蔬菜之间种植环境和施肥标准不同而造成的。从表1的 $\delta^{13}C$ 的数据可知, 有机菜心、玉米、黄瓜、茄子和豆角的 $\delta^{13}C$ 值与普通类的差异分别为 2.24、0.19、0.73、0.87 和 0.47, 变化比较大的是菜心和苦瓜。这种差异是由于有机类种植环境要求较高, 土壤养分丰富, 因而蔬菜含有的有机物如维生素、多糖等较普通蔬菜多, 其 $\delta^{13}C$ 值比普通类蔬菜大。

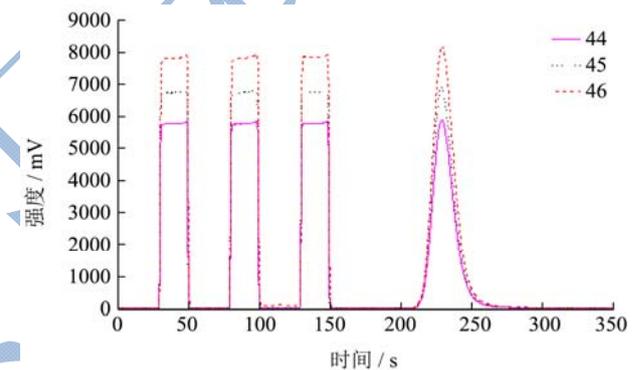


图7 碳同位素标准色谱图

Fig.7 Standard chromatogram of carbon isotope

注: 44、45 和 46 分别为 $^{12}C^{16}O^{16}O$ 、 $^{13}C^{16}O^{16}O$ 和 $^{14}C^{18}O^{16}O$ 。

表1 有机类和普通类蔬菜碳素特征变化

Table 1 The $\delta^{13}C$ changes of different kinds of vegetables

种类	有机蔬菜 $\delta^{13}C$	普通蔬菜 $\delta^{13}C$
菜心	-28.33±0.11	-30.57±0.36
油菜	-28.19±0.14	-29.89±0.29
玉米	-12.51±0.18	-12.70±0.45
黄瓜	-27.35±0.08	-28.26±0.06
苦瓜	-29.01±0.66	-31.10±0.51
茄子	-27.20±0.23	-28.07±0.11
豆角	-28.25±0.03	-28.72±0.02

2.8 有机类和普通类蔬菜氮素特征变化

氮是蔬菜生产需大量添加的营养元素, ^{15}N 值的差异是在一定的时间和空间上综合反映N循环特征的一个重要指标, 为理解生态系统中的N循环提供有用的信息。有机类和普通类蔬菜氮素特征变化见表2,

从表 2 $\delta^{15}\text{N}$ 的数据可知, 有机类和普通类蔬菜氮素特征存在明显的差别, 其中有机菜心、玉米、黄瓜、茄子和豆角 $\delta^{15}\text{N}$ 值分别高出普通类 1.79、5.36、2.65、4.62 和 1.92。有机类蔬菜和普通蔬菜碳氮素差异的变化主要与两类蔬菜的种植环境和生产方式不同, 有机蔬菜使用有机肥, 普通蔬菜使用化肥, 在有机肥和化肥中, 氮同位素组成差异很大。氮同位素组成差异由于 ^{15}N 比 ^{14}N 质量大, 容易在体外富集。 ^{15}N 在植物体内不断富集在生物链中, 级别越高的生物越容易富集 ^{15}N 。由于化学合成氮肥是由空气中的 N_2 在高温高压条件下完成, 化学法氮肥中 ^{15}N 的含量与大气中的含量相当^[14]。而有机肥归根到底是最初来源于动植物。由于 ^{15}N 的富集, 植物或动物体内的 ^{15}N 丰度明显高于空气, 因此, 有机肥中的 ^{15}N 丰度明显要高于化学法氮肥。2005 年, M Georgi 等人对有机和常规甘蓝、洋葱、莴苣和大白菜的多种同位素比进行研究, 结果证明两种生产系统的蔬菜的氮同位素组成差异显著, 有机产品的 ^{15}N 富集明显^[15]。

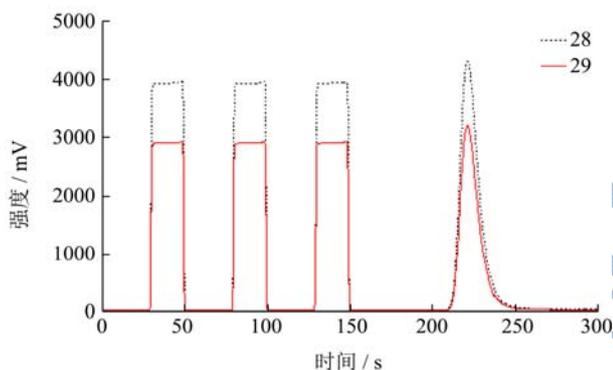


图 8 氮同位素标准色谱图

Fig.8 Standard chromatogram of N isotope

注: 28 和 29 分别为 $^{14}\text{N}^{14}\text{N}$ 和 $^{15}\text{N}^{14}\text{N}$ 。

表 2 有机类和普通类蔬菜氮素特征变化

Table 2 The $\delta^{15}\text{N}$ changes of different kinds of vegetables

种类	有机蔬菜 $\delta^{15}\text{N}$	普通蔬菜 $\delta^{15}\text{N}$
菜心	2.76±0.31	0.97±0.28
油菜	3.21±0.45	1.63±0.39
玉米	7.02±0.24	1.66±0.55
黄瓜	4.35±0.32	1.70±0.23
苦瓜	6.23±0.45	1.44±0.23
茄子	7.46±0.23	2.84±0.10
豆角	5.89±0.03	3.97±0.10

3 结论

有机蔬菜主要在环境和食用安全方面提供保证, 其栽培有利于环境, 减少由农药、化肥等引起的环境恶化。不使用化学药剂等措施可以保证人们的食用安

全性。本文研究了有机蔬菜和普通蔬菜之间的营养成分及 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 同位素变化, 得出有机类蔬菜的水分含量均低于普通类蔬菜。有机类蔬菜腐败变质速度较普通类蔬菜慢。有机蔬菜的维生素 C 含量、可滴定酸、蛋白含量、总糖含量和多酚含量均高于普通蔬菜。蔬菜的营养成分含量与气候、土壤、栽培措施、季节和品种等都有较为密切的关系。不同蔬菜之间会有不同的结果, 可能与蔬菜的特性有关。 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 的测定与蔬菜种植环境和施肥标准密切相关。在测定的 7 个蔬菜品种中, 普通蔬菜的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 的值均低于有机蔬菜, 这与有机蔬菜土壤和增施有机肥有关。

参考文献

- [1] Chao Ma, Tianwen Wang, Jinkang Li. Review on the pollution-free, green and organic vegetables [J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(5): 1145-1147
- [2] 中华人民共和国国家统计局.http://www.stats.gov.cn/ National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. http://www.stats.gov.cn/
- [3] 关今悦.宁夏地区几种主要蔬菜营养成分分析及利用评价 [D].北京:中国农业大学,2006
GUAN Jin-yue. Analysis and utilization evaluation of nutritional components of several main vegetables in Ningxia [D]. Beijing: China Agricultural University, 2006
- [4] 袁玉伟,张志恒,赵明,等.施肥对土壤及黄瓜中稳定性氮同位素丰度的影响[J].核农学报,2010,24(1):108-113
YUAN Yu-wei, ZHANG Zhi-heng, ZHAO-Ming, et al. Effects of fertilization on stable nitrogen isotope abundance in soil and cucumber [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2010, 24(1): 108-113
- [5] 冯海强,潘志强,于翠平等.利用 ^{15}N 自然丰度法鉴别有机茶的可行性分析[J].核农学报,2011,25(2):308-312
FENG Hai-qiang, PAN Zhi-qiang, YU Cui-ping, et al. Feasibility analysis of organic tea by ^{15}N natural abundance method [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2011, 25(2): 308-312
- [6] Singleton V L, Rossi J A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents [J]. Am. J Enol. Vitic., 1965, 16(3): 144-158
- [7] Dubois M, Gilles K A, Hamilton J K. Colorimetric method for determination of sugars and related substances [J]. Analytical Chemistry, 1956, 28(3): 350-356
- [8] Donghui Luo, Hao Dong, Haiying Luo. The application of stable isotope ratio analysis to determine the geographical origin of wheat [J]. Food Chemistry, 2015, 174: 197-201

- [9] Marine Wytryehowski, Gaelle Daniele, Herve Casabianca. Combination of sugar analysis and stable isotope ratio mass spectrometry to detect the use of artificial sugars in royal jelly production [J]. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2012, 403(5): 1451-1456
- [10] 宋曙辉,王文琪,唐晓伟,等.有机蔬菜的营养成分分析[J].安徽农业科学报,2009,7(37):2917-2919
SONG Shu-hui, WANG Wen-qi, TANG Xiao-wei, et al. Analysis of nutritional components of organic vegetables [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 7(37): 2917-2919
- [11] 李秀珍,李彬.重金属对植物生长发育及其品质的影响[J].四川林业科技,2008,8(4):59-63
LI Xiu-zhen, LI Bin. Effects of heavy metals on plant growth and quality [J]. *Journal of Sichuan Forestry Science and Technology*, 2008, 8(4): 59-63
- [12] 吕长山,王金玲,于广建,等.氮肥对辣椒果实品质及产量的影响[J].东北农业大学学报,2005,36(4):448-550
LV Chang-shan, WANG Jin-ling, YU Guang-jian, et al. Effect of nitrogen fertilizer on fruit quality and yield of pepper [J]. *Journal of Northeast Agricultural University*, 2005, 36(4): 448-550
- [13] 王海凤,王红云,刘海学.8种有机蔬菜和普通蔬菜抗氧化活性的比较[J].食品科技,2013,4:28-31
WANG Hai-feng, WANG Hong-yun, LIU Hai-xue. Comparison of antioxidant activity of 8 kinds of organic vegetables and common vegetables [J]. *Food Science and Technology*, 2013, 4: 28-31
- [14] Nakano A, Uehara Y, Yamauchi A. Effect of organic and inorganic fertigation on yields, $\delta^{15}\text{N}$ values and $\delta^{13}\text{C}$ values of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Saturn) [J]. *Plant Soil*, 2003, 255: 343-349
Georgi M, Boullenger A, Voerkelius S, et al. Differences in $\delta^{15}\text{N}$ signatures to determine plant material from integrated or organic greenhouse production [J]. *Acta Hort.*, 2005, 275: 93-100