

# 不同季节芦笋嫩茎品质的差异研究

谭 芸, 寿森炎, 黄锡志, 郭得平

(浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310029)

**摘 要:** 研究了在季节性萌发的芦笋嫩茎中, 其碳水化合物、蛋白质、矿物盐类含量的变化, 结果表明: 春季萌发的芦笋与秋季芦笋相比干物质增加 10.3%、蔗糖增加 59.2%、可溶性总糖增加 20.2%, 而纤维素下降 14.3%; 矿物质 P、K、Mg、Zn、B、Cu 含量春季芦笋明显高于秋季芦笋, Ca 含量受季节的影响较小, Na 和 S 含量春季芦笋明显低于秋季芦笋; 总蛋白、总氨基酸、类胡萝卜素和黄酮春季芦笋比秋季芦笋分别提高 3.64%、25.20%、43.60% 和 20.00%。在春季不同采收期中, 芦笋品质指标差异较大, 早春季产的芦笋综合品种为优, 在秋季芦笋中差异较小。

**关键词:** 芦笋; 营养成分; 春秋季

中图分类号: S644.6 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2006)06-0018-03

我国引进种植原产地中海沿岸的芦笋的历史不长<sup>[1]</sup>, 由于芦笋含有丰富的营养物质, 对心血管疾病的疗效和癌细胞抑制有作用, 它已迅速成为我国重要的蔬菜作物和出口商品<sup>[2]</sup>。绿芦笋生产中采用了留母茎栽培技术, 使春季芦笋采收期延长, 但 7 月份以后的芦笋是否可以在栽培上采收, 秋季生产的芦笋中苦、甜味的差异、纤维素的多少、营养物质是否含有毒素已成为消费者关心的问题。芦笋是多年生植物, 一年中其生态环境和生长规律不同。传统的栽培方式是春季收芦笋, 夏、秋培养芦笋植株, 使拟叶光合作用积累的养分贮藏到地下肉质根和短缩茎的鳞芽群上, 为第二年春季抽生嫩茎提供养分, 至于一年内不同时期抽生嫩茎的差异研究, 目前还未见报道。针对浙江省 3~4 月和 9~10 月芦笋萌发抽生的嫩茎, 研究在正常栽培条件下, 春季的 3 月 15 日至 4 月 25 日, 秋季的 9 月 15 日至 10 月 25 日期间采收的芦笋, 进行碳水化合物、蛋白质、矿物盐类等多种营养成分的分析、比较, 作为评价不同季节生产的芦笋嫩茎品质多样性的依据, 为是否可以周年生产优质芦笋提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

用种子繁殖 6 年生, 生长势基本一致的芦笋地 1 500 m<sup>2</sup> 作嫩茎取样田, 品种为 Uc800。

### 1.2 方法

**1.2.1 产地环境检测** 在浙江省富阳市郊区的芦笋地, 根据测定和气象系统提供的材料确定温度和降雨量, 土壤环境通过检测确定。

**温度:** 2004 年平均温度为 17.4 ℃, 2 月份为 5.3 ℃, 是全年的最低月平均温度。7 月份 31.5 ℃ 为最高月平均温度。在 3 月下旬至 4 月下旬采笋期间, 日平均温度在 13.5~18 ℃ 之间, 9 月下旬至 10 月下旬采秋季芦笋时的日平均温度在 23~19 ℃ 间(图 1)。

**降雨量:** 见图 1 所示, 年降雨量 1 516 mm, 月平均降雨量

126.4 mm, 春季芦笋取样的月降雨量为 190.5 mm, 秋季芦笋取样时的降雨量为 160.8 mm。

**土壤条件与施肥:** 试验土质为壤土, 有机质含量为 14.29 mg/kg、碱解氮 68.9 mg/kg、速效磷 18.0 mg/kg、速效钾 51.0 mg/kg、在冬、春、秋季共施入腐熟有机肥 2 000 kg/667 m<sup>2</sup>、复合肥 120 kg/667 m<sup>2</sup>、尿素 30 kg/667 m<sup>2</sup>、氯化钾 20 kg/667 m<sup>2</sup>, 预计可提供 1 050 kg/667 m<sup>2</sup> 芦笋嫩茎产量的一年施肥量。

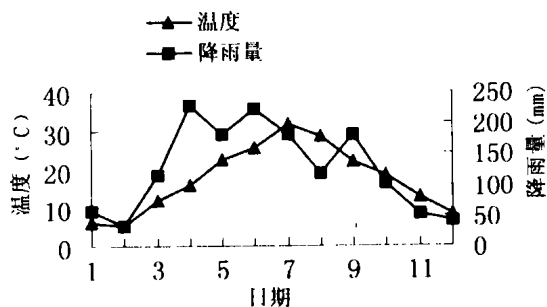


图 1 一年中温度与降雨量的变化

**1.2.2 采样方法** 2004 年 3 月 20 日、4 月 5 日、4 月 20 日和 9 月 20 日、10 月 5 日、10 月 20 日作为春季和秋季的三个取样日期, 在取样田内群体采收后任意选取 20~25 cm, 茎粗 1.0~1.2 cm, 外观其他性状相近的三个样品, 每个实验样 0.5 kg × 3, 放入冰瓶后带回实验室。

**1.2.3 测定方法** 反相高效液相色谱法(HPLC)测定 Vc 含量<sup>[3]</sup>; 考马斯亮兰法测定蛋白质; 高效液相色谱法(HPLC)测定黄酮类化合物<sup>[4]</sup>; 氨基酸自动分析仪测定氨基酸; 紫外分光光度计测定蔗糖、还原糖; 石油醚-丙酮萃取后比色测定类胡萝卜素<sup>[5]</sup>; 硫代硫酸滴定法测定纤维素; 用紫外分光光度计, 格里斯试剂比色法测定硝酸盐、亚硝酸盐; 原子吸收分光光度计测定无机元素。实验每组样品重复三次, 以平均值表示结果。

## 2 结果与分析

### 2.1 嫩茎中干物质与碳水化合物含量差异

对春、秋季间三个不同采收期采得的芦笋嫩茎进行测定

\* 基金项目: 浙江省重大科技招标项目, 编号: 2001C12008

收稿日期: 2006-08-10

的结果表明:春季芦笋干物质、蔗糖、可溶性总糖的含量明显高于秋季芦笋,其平均值的增加幅度分别为 10.3%、59.2%和 20.2%,达到了显著和极显著的差异(表 1)。纤维素的含量春季芦笋比秋季芦笋下降 14.3%,也达到了显著性差异。

在春季芦笋三个采收期中,嫩茎的干物质、蔗糖、可溶性总糖的含量是依次递减的,最大下降率分别为 6.4%、24.6%和 8.7%,干物质含量下降缓慢、平稳,而蔗糖下降幅度大。纤维素的含量也是呈下降趋势,下降幅度为 8.0%。优质芦笋的要求是碳水化合物含量高,甜味浓,纤维少,因此在浙江以 3 月下旬生产的芦笋质量优,4 月下旬生产的芦笋纤维含量低。在秋季芦笋三个采收期中,嫩茎的干物质、蔗糖、可溶性总糖和纤维素的含量也呈下降趋势,但幅度明显缓慢,其下降幅度分别是 4.2%、21.3%、8.2%和 0.6%,综合指标表明,秋季萌发的芦笋以 9 月下旬和 10 月上旬生产的数量多,碳水化合物含量也高,但综合品质比不上春季芦笋。

表 1 春、秋季芦笋嫩茎干物质和碳水化合物含量的比较 (mg/100 g<sup>-1</sup>FW)

项目	春季				秋季			
	3.20	4.5	4.20	平均值	9.20	10.5	10.20	平均值
干物质(%)	7.91	7.82	7.40	7.71a	7.12	7.03	6.82	6.99b
蔗糖(g)	1.30	1.10	0.98	1.13a	0.80	0.71	0.63	0.71b
可溶性总糖(g)	4.39	4.30	4.27	4.32A	3.65	3.56	3.35	3.52B
纤维素(g)	1.50	1.37	1.27	1.38a	1.62	1.61	1.61	1.61b

注:小写字母和大写字母表示达到显著(P< 0.05)和极显著(P< 0.01)水平,下同。

2.2 矿物营养物质含量的差异

2.2.1 主要营养元素的变化 通过对 N、P、K、Ca、Mg、S、Na 矿质营养的分析,春、秋季芦笋体内主要营养元素含量依次是 N、K、S、P、Mg、Ca、Na,春季芦笋的含量分别是 345.2、136.6、51.9、41.3、7.3、5.7 和 1.9(mg/100 g<sup>-1</sup>FW),秋季芦笋中的含量普遍比春季芦笋低,秋季芦笋中 N、K、Mg、S、P 比春季芦笋分别下降 24.2%、21.2%、13.7%、7.9%和 7.3%,而 Na 却增加了 57.9%,Ca 没有差异(表 2)。在同一季三个不同时期采收的芦笋,除 N、K 差异较大以外,其他 5 个元素的变化均比较平稳。N 元素虽是人体的营养物质,但硝酸盐和亚硝酸盐对人体有害。尽管春季芦笋与秋季芦笋相比有较高的 N 化合物,然而硝酸盐和亚硝酸盐含量反而低,二者均达到极显著的差异。在这批样品中,虽然秋季芦笋的亚硝酸盐偏高,但含量均在国家规定的允许范围内。

表 2 春、秋季采收芦笋主要矿质元素含量的比较 (mg/100 g<sup>-1</sup>FW)

主要矿质元素	春季				秋季			
	3.20	4.5	4.20	平均值	9.20	10.5	10.20	平均值
N	359.5	345.1	331.1	345.2A	281.2	271.5	232.6	261.8B
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	16.3	16.5	17.0	16.6A	28.3	28.1	28.2	28.2B
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.21	0.23	0.35	0.26A	0.76	0.76	0.79	0.77B
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41.1	41.5	41.4	41.3A	38.3	38.0	38.7	38.3B
K <sub>2</sub> O	133.5	137.2	139.1	136.6A	111.5	108.3	102.9	107.6B
MgO	7.5	7.4	7.1	7.3a	6.9	6.1	5.8	6.3b
S	51.3	51.2	53.2	51.9a	58.2	56.0	53.7	56.0b
Ca	5.5	5.6	5.9	5.7a	6.2	5.9	5.0	5.7b
Na	2.1	2.0	1.6	1.9A	2.9	3.0	3.2	3.0B

2.2.2 芦笋嫩茎微量元素含量的变化 比较春季芦笋与秋季芦笋 7 种微量元素含量的变化,发现 Zn、B、Cu、Mn、Al 这 5

种微量元素的含量,春季芦笋含量丰富,前 3 种元素的差异显著。Mo、Pb 含量秋季芦笋偏高,也达到显著差异。Pb 是有毒重金属,秋季芦笋含量比春季芦笋多,但检测结果均在允许范围内。Mn、Al 在春季芦笋三个采收期中变化较大,其规律是随着季节温度的升高而升高,其中 Al 的变化最大,其 4 月 20 日采收的样品比 3 月 20 日采收的样品含量增高 50%,在秋季的三个采收期间变化较小(表 3)。

表 3 春、秋季芦笋中微量元素含量比较 (mg/100 g<sup>-1</sup>FW)

微量元素	春季				秋季			
	3月20日	4月5日	4月20日	平均值	9月20日	10月5日	10月20日	平均值
Zn	0.46	0.46	0.48	0.47a	0.41	0.41	0.40	0.41b
Mn	0.17	0.19	0.23	0.20a	0.16	0.15	0.13	0.15a
Al	0.15	0.21	0.34	0.23a	0.09	0.09	0.07	0.08a
B	0.09	0.11	0.10	0.10A	0.06	0.06	0.06	0.06B
Cu	0.07	0.08	0.08	0.08a	0.05	0.06	0.06	0.06b
Mo	0.07	0.06	0.07	0.07a	0.12	0.10	0.09	0.10b
Pb	0.04	0.04	0.03	0.04A	0.07	0.06	0.06	0.06B

2.3 其他所含营养物质的变化

春季芦笋的总蛋白、可溶性蛋白和总氨基酸的平均含量分别为 2.20、1.16 和 1.34 g/100 g<sup>-1</sup>FW,均比秋季芦笋的平均值提高 3.64%、0.85%和 25.20%,其中总氨基酸的含量达到显著性差异。在春季不同采收期中,总蛋白、可溶性蛋白和总氨基酸的含量从 3 月 20 日到 4 月 20 呈上升趋势,总蛋白质的含量差异最大,从 3 月 20 日的 2.05 g/100 g<sup>-1</sup>FW 上升到 4 月 20 日的 2.43 g/100 g<sup>-1</sup>FW,增加 18.5%,可溶性蛋白和总氨基酸上升平稳。在秋季芦笋的三个采收期中,除总蛋白基本保持平衡外,可溶性蛋白和总氨基酸呈下降趋势,但下降比较缓慢。春秋两季所产的芦笋类胡萝卜素和黄酮的平均含量分别为 21.4、14.9 mg/100 g<sup>-1</sup>FW 和 15.0、12.5 mg/100 g<sup>-1</sup>FW,均已达到极显著和显著水平(表 4)。

表 4 春、秋季芦笋营养物质含量的变化 (g/100 g<sup>-1</sup>FW)

营养物质	春季				秋季			
	12.20	12.5	12.20	平均值	9.20	10.5	10.20	平均值
总蛋白质(g)	2.05	2.13	2.43	2.20a	2.10	2.11	2.15	2.12a
可溶性蛋白(g)	1.14	1.16	1.23	1.18a	1.19	1.17	1.15	1.17a
总氨基酸(g)	1.25	1.31	1.47	1.34a	1.12	1.09	1.01	1.07b
类胡萝卜素(mg)	19.6	20.5	24.0	21.4A	15.2	15.0	14.5	14.9B
黄酮(mg)	14.3	15.0	15.8	15.0a	13.6	12.1	11.9	12.5b

综上所述,秋季生产的芦笋从已分析的结果来看,营养品质比春季生产的芦笋要低,虽然 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 盐和 Pb 含量偏高,但均在食用要求范围内,因此在栽培上应寻求能生产秋季芦笋的方法和技术,达到既能收到优质秋季芦笋,又不影响翌年春季芦笋产量和品质的目的。

3 讨论

春季芦笋中干物质、蔗糖、可溶性糖等碳水化合物的含量显著高于秋季芦笋的含量,达 10.3%、59.2%和 20.2%,而且纤维素减少 14.3%,这些指标是芦笋品质优质的标志。芦笋是一个幼小的生长体,不是贮藏器官,它应由源或库提供养分,春季芦笋靠鳞芽、肉质根贮藏的有机养分和根系吸收的无机养分来供给,而秋季芦笋的养分靠拟叶光合作用和根系吸收来提供,同时拟叶还要提供鳞芽和肉质根贮藏,营养物质供应中心分散,强度减弱而影响品质,与猕猴桃库源与果实大小差异的报道相一致<sup>[9]</sup>。不仅如此,春季出笋期平均气温在 14~17℃,月降雨量在 190.5 mm,气候适合芦笋的生长而提高

嫩芽的品质; 秋季采笋的平均温度为  $21 \sim 19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 月降雨量在  $160.8\text{ mm}$ , 并且不均匀, 影响嫩笋的生长使品质下降。绿芦笋春季出笋前期未留母茎, 在留母茎后由于幼小, 叶对嫩茎不挡荫, 会使嫩茎产生丰富的叶绿素, 因而绿色嫩茎自身也能进行光合作用而积累养分, 而秋季芦笋生长在植株丛中, 几乎不见阳光, 使叶绿体的 Rubisco 羧化酶活性降低而影响品质, 与棉花上的报道相一致<sup>[7]</sup>。所以秋季通过调节芦笋的通风透光, 增加水分含量等技术措施而改善芦笋的品质, 值得进一步研究, 使秋季芦笋有春季芦笋同样的营养物质。

春季随着温度的提高, 幼茎大量发生, 肉质根中的营养库分散供应的速度加快, 而使肉质根中贮藏营养量减少, 而幼茎形态建成需要己糖, 因此会诱导蔗糖合酶(SS)或酸性转化酶的活性, 使蔗糖下降, 与甜瓜<sup>[8]</sup>、葡萄<sup>[9]</sup>幼果生长相一致, 但芦笋生长没有积累蔗糖的可能, 因此春季早期的芦笋生长量少, 蔗糖含量相对更高些。秋季芦笋下降平稳, 主要由拟叶分配来的营养相对一致, 与芦笋周年生长发育规律相吻合。

春季芦笋中矿物元素 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$ 、Zn、B 的含量显著高于秋季芦笋, 其原因与碳水化合物一样, 与春季芦笋贮藏库供应的源多, 根的吸收强、温度和水分适应有关。秋季芦笋 Na 含量高的原因与秋季水分偏少有关, 而 S 的增加是由于秋季营养成分要贮藏到肉质根中需要能量 ATP, 含 S 的辅酶 A 增加可促进糖代谢而产生 ATP。

春季芦笋中总蛋白、可溶性蛋白和总氨基酸的含量高, 库源关系与幼笋是唯一生长中心有关, 特别是氨基酸多有利于芦笋生物体的合成。类胡萝卜素和黄酮的高含量还与春季芦笋表皮见光充足和叶绿素含量高有关, 而秋季芦笋生长中, 生长中心以肉质根贮藏养分为主, 秋季芦笋生长则成次要中心。

芦笋  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{NO}_2^-$  的积累也影响芦笋的品质。芦笋嫩茎由薄壁细胞组成,  $\text{NO}_3^-$  积累在细胞液泡内<sup>[10]</sup>。积累的多少由  $\text{NO}_3^-$  吸收量, 转移速度的快慢与还原能力的强弱所决定。春季芦笋其  $\text{NO}_3^-$  的吸收、转移和还原均在根、嫩茎内进行。由于温度、水分的合适, 光照在嫩茎上, 使吸收的  $\text{NO}_3^-$  通过 NADP 酶(辅酶 A)调节, 使硝酸还原酶活性提高, 还原后同化为氨基酸和蛋白质, 使春季芦笋含 N 化合物高而  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$  低。秋季芦笋  $\text{NO}_3^-$  同化主要在拟叶, 嫩茎中同化力弱

使含 N 化合物虽然少, 而  $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$  反而高<sup>[11]</sup>, 其生理转化的过程还应作进一步的研究。

通过对春、秋季芦笋品质的分析发现, 由于季节的差异, 芦笋生长发育内在条件发生变化, 使芦笋嫩茎的品质产生多样性。秋季生产的芦笋食用没有发现存在较大的问题, 但采收的产量直接影响第二年春季芦笋的产量和品质, 应在栽培技术上作进一步研究。可以建议在芦笋生产上, 通过春季芦笋留母茎适当推迟, 以增加嫩茎芦笋光照, 来提高品质。留母茎后的夏季芦笋和秋季芦笋应进行合理的植株调整, 以改善其基部的通风、透光, 有可能提高芦笋的内在品质, 同时适量控制采收数量, 使芦笋周年生产成为可能。

#### 参考文献:

- [1] 浦上敦子. 世界芦笋研究的现状[J]. 农业与园艺, 1987, 62(4): 23—25.
- [2] 叶木荣, 李锐, 廖惠芳, 等. 芦笋汁的药理研究[J]. 中国中药杂志, 1994, 19(4): 240—242.
- [3] 王卫东, 陈朝明. 用反相高效液相色谱法测定草莓中的维生素 C[J]. 四川果树, 1993, 2: 41—42.
- [4] 彭晓春, 王辉宪, 刘文萍, 等. 湘西杜鹃花根黄酮类化合物的含量测定[J]. 吉首大学学报(自然科学版), 2000, 21(1): 11—12.
- [5] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995. 105—107.
- [6] 方金豹, 田莉莉, 陈锦永, 等. 猕猴桃源库关系的变化对果实特性的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(2): 113—118.
- [7] Zhao D, Costerhuis D. Cotton responses to shade at different growth stages: Nonstructural carbohydrate composition[J]. Crop Science, 1998, 38: 1196—1203.
- [8] Gao ZF, Petreikov M, Zamski E, et al. Carbohydrate metabolism during early fruit development of sweet melon (*Cucumis melo*) [J]. Physiology Plantarum, 1999, 106: 1—8.
- [9] Davis C, Robinscon S P. Sugar accumulation in grape berries. Cloning of two putative vacuolar invertase cDNAs and their expression in grapevine tissue [J]. Plant Physiology, 1996, 111: 275—283.
- [10] Granstedt RC, Huffauer RC. Identification of the leaf vacuole as a major nitrate storage pool [J]. Plant Physiology, 1982, 70: 410.
- [11] 杜红斌, 王秀峰, 崔秀敏. 植物  $\text{NO}_3^-$  积累的生理机制研究[J]. 中国蔬菜, 2001(2): 49—51.

## Seasonal Changes in Quality Composition in Asparagus Spear

TAN Yun, SHOU Sen—yan, HUANG Xi—zhi, GUO De—ping

(College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

**Abstract** Seasonal changes in quality compositions in asparagus spear were investigated. The difference in the content of carbohydrates, protein and mineral elements was found between spears growing in Spring and Autumn. The content of dry mass, sucrose and soluble sugar was increased by 10.3%, 59.2%, 20.2%, but the content of cellulose was decreased by 14.3%, the content of mineral elements such as P, K, Mg, Zn, B, Cu was apparently higher, Ca was similar, but Na and S was greatly lower in spears growing in Spring comparing to that growing in Autumn. The content of crude protein, amino acids, carotenoid and flavonoids was increased by 3.64%, 25.20%, 43.60%, 20.00%. The quality changed greatly in different period of harvest in Spring, but it changed slightly in different period of harvest in Autumn.

**Key words:** Asparagus; Nutrition composition; Spring and Autumn