

芦笋嫩茎生长期及采后生理变化的研究^{*}

段旭昌, 高鹏程, 李志成, 杨公明

(西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘要] 在田间对190 mm高芦笋嫩茎的呼吸强度、糖、蛋白质和游离氨基酸进行了测定。结果表明, 芦笋嫩茎顶部的呼吸强度是基部的4倍。采收后, 芦笋嫩茎的呼吸强度立即增加到一个峰值, 随后在24 h内, 呼吸强度逐步降低到其呼吸峰值的30%, 并保持恒定。芦笋嫩茎顶部的糖含量低于基部, 蛋白质含量高于基部。采收后24 h, 芦笋嫩茎的糖含量、蛋白质含量降低, 总游离氨基酸含量稳定, 天门冬酰胺/天门冬氨酸含量增加, 谷酰胺、谷氨酸和脯氨酸含量减少。采收后48 h, 总游离氨基酸含量增加75%。

[关键词] 芦笋嫩茎; 呼吸强度; 糖; 蛋白质; 游离氨基酸

[中图分类号] S644 601

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387 (2002) 06-0104-03

芦笋 (*Asparagus officinalis* L.) 又名石刁柏, 属百合科石刁柏属多年生草本植物, 原产西亚、欧洲, 70年代引入我国, 其嫩茎细腻, 纤维柔软, 风味芬芳, 是一种高级药食兼用型营养保健蔬菜, 被人们誉为“蔬菜之王”, 是世界十大名菜之一^[1]。但芦笋嫩茎在采收后新陈代谢非常活跃, 其品质极易变劣, 影响食用。前人对芦笋嫩茎的品质及生理变化研究较多, 但对种植在陕北黄土高原区芦笋嫩茎的生理及品质变化研究不多。为了弄清芦笋嫩茎在这一地区生长期及采收后的生理及品质变化规律, 本研究在田间及室内对不同高度芦笋嫩茎的呼吸强度及成分进行了测试和分析, 为指导这一地区芦笋生产、加工、贮存、运输提供一定的理论参考。

1 材料和方法

1.1 材料

芦笋选自陕北米脂陕西省黄土高原治理研究所芦笋试验地的5年生Uc-157芦笋品种。

1.2 方法

1.2.1 呼吸强度测定 参考Lill等^[2]的方法, 用便携式红外线气体分析仪, 分别在田间及室内对芦笋嫩茎不同部位的呼吸强度进行测定。田间生长芦笋嫩茎呼吸强度的测定: 对40, 110和190 mm高的每5个芦笋进行测定, 分别测定顶部(0~40 mm)、中部(70~100 mm)和基部(140~180 mm)的呼吸强度, 测定是在4月中旬天气晴朗的上午进行, 田

间温度为15~18℃。然后将这些芦笋采收, 分成顶部、中部和基部进行冷冻干燥, 进行成分分析。采收后芦笋嫩茎呼吸强度的测定, 在16℃条件下的室内进行。芦笋采收后, 修整成180 mm长段, 移入16℃恒温箱中, 在72 h的贮存期间间歇式测量芦笋的顶部、中部和基部的呼吸强度。另外, 同样粗细的芦笋采收后进行修整, 保存在16℃条件下进行成分分析。

1.2.2 糖和酸测定 20 mg冷冻干燥组织的3个重复样品, 用体积分数80%甲醇溶液在70℃下抽提2 min, 用葡聚糖凝胶G-50将酸分离, 干燥糖和酸(酸用体积分数4%的甲酸从葡聚糖凝胶中解析出来), 再用丙烷烷Z进行硅烷化, 用5 m长的甲基硅酮毛细管柱(直径530 μm)和火焰离子检测器在液相色谱仪上进行分析, 测定糖时温度控制程序是先预热到165℃1 min, 然后以20℃/s升温到220℃, 保持30 s, 再以25℃/s升温到270℃, 进行糖的测定。测定酸时的温度控制程序是先预热到115℃保持2 min, 以15℃/s升温到160℃维持1 min, 再以20℃/s升温到225℃, 进行酸的测定。

1.2.3 蛋白质含量测定 取10 mg冷冻干燥组织的重复样品进行总蛋白质含量的测定。样品先用有机溶剂除去叶绿素, 然后用0.1 mol/L NaOH溶液消煮10 min, 使蛋白质分解, 用离心分离机除去细胞碎片, 细胞碎片提取2次, 与澄清液合并。以牛血清蛋白为标准, 用Bradford法估测蛋白质含量, 在可见紫外分光

^{*} [收稿日期] 2001-10-11

[基金项目] 国家“九五”攻关项目(96-004-05-02)

[作者简介] 段旭昌(1965-), 男, 陕西武功人, 助理研究员, 主要从事食品加工技术研究。

光度计上用 750 nm 波长测取读数。

1.2.4 游离氨基酸的测定 取 50 mg 预先用 5 mL 体积分数 80% 乙醇均质化的冷冻干燥样品, 提取游离氨基酸, 用离心机除去细胞碎片, 并将细胞碎片抽提 2 次, 集中抽提液, 在真空下进行干燥, 用 7-氟-硝基苯-2-杂氧-1, 3 重氮化合物进行衍生, 用高效液相色谱分析法测定游离氨基酸含量。

2 结果与分析

2.1 田间芦笋嫩茎呼吸强度和成分测定结果

测定结果 (表 1) 表明, 田间生长的不同高度芦

笋嫩茎的呼吸强度从顶部到基部表现出明显的衰减。不同高度芦笋嫩茎的顶部和中部之间呼吸强度变化趋势不明显。不同高度芦笋嫩茎顶部的成分分析表明, 随着芦笋嫩茎高度的增加可溶性糖减少, 尤以葡萄糖变化最明显。190 mm 芦笋嫩茎顶部糖含量约是 40 mm 高的 50%。苹果酸的变化趋势随芦笋嫩茎高度增加而增加, 柠檬酸在不同高度芦笋嫩茎中表现较为恒定。蛋白质含量在较高的芦笋嫩茎顶部中含量较高。不同高度芦笋嫩茎中部的成分差别较小。

表 1 田间不同高度芦笋的呼吸强度和成分测定结果

Table 1 Results of respiration rate and compositional analysis of A sparagus spears of different heights in field

部位 Section	笋茎 高度/mm Spear height	呼吸强度/ (mg · kg ⁻¹ · h ⁻¹) Respira- tion rate	葡萄糖/ (mg · g ⁻¹) Glucose	果糖/ (mg · g ⁻¹) Fructose	蔗糖/ (mg · g ⁻¹) Sucrose	苹果酸/ (mg · g ⁻¹) Mali acid	柠檬酸/ (mg · g ⁻¹) Citric acid	蛋白质/ (mg · g ⁻¹) Protein
顶部 Tip	190	2 918	17. 8	20. 7	6. 0	6. 5	6. 9	342
	110	2 682	16. 9	31. 8	6. 4	6. 0	7. 0	332
	40	2 653	24. 8	45. 7	10. 3	3. 8	6. 3	309
中部 Mid	190	1 063	62. 4	12. 6	3. 3	7. 6	5. 4	177
	110	1 085	82. 0	106. 9	4. 5	7. 2	5. 8	169
基部 Butt	190	583	113. 4	150. 2	13. 4	8. 8	4. 4	109

2.2 采收后芦笋的呼吸强度和成分测定结果

由图 1 可见, 采收后 3 h, 芦笋嫩茎的呼吸强度增加到其峰点, 在 24 h 后呼吸强度逐步降低, 直到呼吸强度约达到各部位呼吸强度峰值的 30% 时趋于恒定。

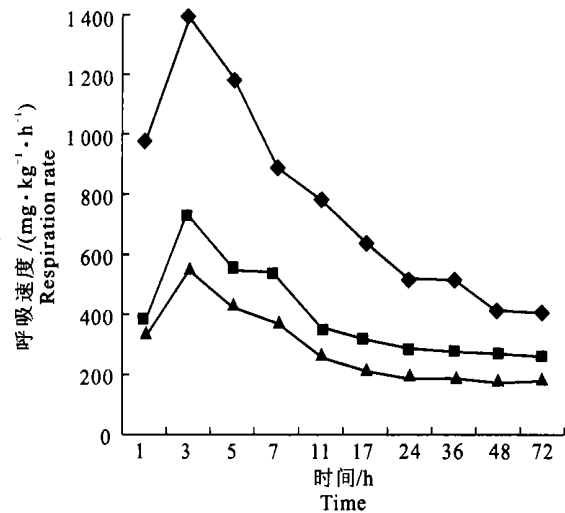


图 1 16 °C 72 h 贮存期内芦笋的呼吸强度
—◆— 顶部; —■— 中部; —▲— 基部
Fig. 1 Respiration rate of asparagus spear during 72 h storage at 16 °C
—◆— Tip; —■— Mid; —▲— Butt

由表 2 可见, 采收后的芦笋嫩茎在 16 °C 72 h 贮存期内, 成分变化较大。在采后 24 h 时, 可溶性糖含量降低, 葡萄糖比果糖、蔗糖变化明显。在采收后 24~ 72 h, 可溶性糖含量有所增加。采后 24 h, 苹果酸、柠檬酸含量基本不变, 但 72 h 后, 苹果酸有所增加, 柠檬酸在顶部也有所增加, 中部和基部柠檬酸含量却在减少, 此时顶部的柠檬酸含量约是中部和基部的 4 倍。蛋白质含量在采收后 24 h 明显降低, 随后变化不大。采收后 72 h, 蛋白质含量约降低 50%。

表 3 结果表明, 总游离氨基酸在采后 24 h 变化不大, 采收后 48 h, 总游离氨基酸含量增加 75%。采收后 72 h, 总游离氨基酸增加了 1 倍多, 丙氨酸、精氨酸、羟脯氨酸变化不大。天门冬酰胺/天门冬氨酸在 24 h 内增加了 1 倍多, 成为主要的氨基酸, 而谷氨酰氨/谷氨酸减少了 1/2, 从采收时的主要氨基酸变成了次要氨基酸, 但随后有所增加。只有脯氨酸是唯一减少的氨基酸, 24 h 内减少约 75%, 以后保持不变。

表 2 16 ℃ 72 h 贮存期内芦笋嫩茎成分的测定结果

Table 2 Results of composition of asparagus spears during 72 h storage at 16 ℃							mg/g
部位 Section	时间/h Time	葡萄糖 Glucose	果糖 Fructose	蔗糖 Sucrose	苹果酸 Malic acid	柠檬酸 Citric acid	蛋白质 Protein
顶部 Tip	1	7.6	21.1	6.2	6.3	7.0	343
	24	4.4	4.1	3.1	3.2	8.8	253
	72	4.6	11.3	6.0	5.8	14.8	166
中部 Mid	1	68.7	13.2	3.4	7.4	5.2	175
	24	25.8	7.7	2.2	3.4	4.3	138
	72	55.6	12.3	3.1	9.9	3.4	121
基部 Butt	1	113.7	152.2	13.8	8.6	4.3	106
	24	66.2	98.7	8.3	5.1	5.0	46
	72	80.3	138.6	10.9	10.3	3.1	48

表 3 16 ℃ 72 h 贮存期内芦笋嫩茎游离氨基酸的测定结果

Table 3 Result of free amino acid analysis of asparagus spears tip during 72 h at 16 ℃										μmol/g
采后 时间/h Time after harvest	丙氨酸 Ala	精氨酸 Arg	天门冬酰胺/ 天门冬氨酸 Asp/Asp	谷氨酰胺/ 谷氨酸 Glu/Glu	甘氨酸 Gly	羟脯氨酸 Hyp	异亮氨酸 Iso	亮氨酸 Leu	亮氨酸 Leu	
1	28.0	16.8	66.3	182.0	9.2	0.7	2.1	8.0	1.6	
24	24.1	18.7	159.7	88.7	9.4	1.2	6.8	12.2	2.2	
48	36.2	29.3	298.5	68.2	18.5	1.2	24.2	22.6	15.8	
72	32.6	28.9	298.7	104.3	15.3	1.3	36.3	26.8	20.8	
采后 时间/h Time after harvest	蛋氨酸 Met	苯丙氨酸 Phe	脯氨酸 Pro	丝氨酸 Ser	苏氨酸 Thr	色氨酸 Try	酪氨酸 Tyr	缬氨酸 Val	总量 Total	
1	3.4	2.6	17.0	30.2	8.8	0.3	1.8	14.3	373.1	
24	3.5	7.2	3.8	42.9	16.0	1.2	2.6	19.8	420.0	
48	5.6	16.5	5.8	64.9	18.9	2.8	3.3	48.9	681.2	
72	5.8	28.3	5.4	65.1	17.3	3.4	2.8	72.6	765.7	

3 结论与讨论

在田间生长的芦笋嫩茎不同部位具有不同的呼吸速度，顶部的呼吸强度最大。芦笋嫩茎的这种呼吸强度的分布特点正好与其组织的不均匀性相一致^[3]。顶部具有活跃的分裂组织，形成了生长带，因此顶部具有较大的呼吸强度，基部组织已成熟，细胞已老化，呼吸强度也就较弱。采收后，芦笋嫩茎的呼吸强度迅速增加到其峰值，以后逐渐衰减至其峰值的 30% 而保持恒定。采收后，芦笋嫩茎呼吸强度的这种变化规律与其他蔬菜的呼吸过程相类似^[4]。

芦笋嫩茎不同部位的营养成分含量各不相同，

顶部具有较低的糖含量和较高的蛋白质含量，顶部的糖含量随芦笋嫩茎的生长而减少，蛋白质含量随芦笋嫩茎的生长而增加，芦笋中的苹果酸、柠檬酸含量随部位的不同变化不大。

芦笋嫩茎在采收后 24 h，营养成分变化较大，尤以顶部成分变化最为明显，随后营养成分变化较为缓慢^[5]。

总之，芦笋嫩茎是植物的幼芽，新陈代谢非常活跃，在采收 24 h 内营养成分、品质变化较大，根据芦笋的这些生理特点，笔者认为芦笋在采收后最好立即冷却降温，保存在较低的温度下有利于芦笋的贮存与保鲜。

[参考文献]

[1] 马枫桐, 郭春慧. 芦笋 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 1994: 8

[2] Lill R E, King G A, O'Donoghue E M. Physiological changes in asparagus spears immediately after harvest [J]. Scientia Horticulturae, 1990, 44: 191- 199

[3] Culpepper C W, Moon H H. Changes in the composition and rate of growth along the beveling stem of asparagus [J]. Plant Physiol, 1939, 14: 577- 698

[4] Saltveit M E, Kasmire R F. Changes in respiration and composition of different length asparaguns spears during storage [J]. Hortscience, 1985, 20: 479- 494

[5] Soott L E, Kvamer A. Physiological changes in asparagus after harvest [J]. Proc Am Soc Hortic Sci, 1949, 54: 357- 366

(下转第 110 页)

Organogenesis and plantlet regeneration in vitro of CURACAO aloe micropropagation

NG Yun-xian¹, CHEN Yao-feng¹, FU Jian-xi², GUO Dong-wei¹, REN Hui-li¹, CAO Tuan-wu¹, GAO Lan²

(1 Laboratory of Cytoengineering, College of Agronomy, 2 College of Life Sciences, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The research of cultural character in vitro of CURACAO Aloe was carried out using young stem apex, leaf segments and stem segments as initial explants. The result indicated that young stem apex had lower reproducing rate while leaf segments had no ability to reproduce. Stem segment was the best explant for the plantlet regeneration in vitro of CURACAO Aloe. But the multiplication rate had relationship with the site where the stem segments set. The segment in the middle of the stem had more potent to produce adventitious bud. Cytokinin was the main exogenous hormone which induced the plantlet regeneration. But high concentration resulted in adventitious bud poor growth and severe vitrification. The best medium for the plantlet regeneration of CURACAO Aloe was MB medium (MB medium contains the macroelement, microelement, molysite of MS medium and organic matter of B₅ medium) with 6-BA 1 mg/L, KT 1 5 mg/L, NAA 0 5 mg/L.

Key words: aloe; micropropagation; tissue culture; plantlet regeneration

(上接第 106 页)

Study on asparagus spears physiological change in growing on field and after harvest

DUAN Xu-chang, GAO Peng-cheng, LI Zhi-cheng, YANG Gong-ming

(College of Food Science and Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Respiration rate of asparagus spears measured in the field showed that the rate of the tip is four times to that of the butt for 190 mm high spear. After harvest, there was an immediate rise to a peak in the respiration rate, followed by a rapid drop during 24 h to a constant level 30% of the peak respiration rate. Result of sugars and proteins measured showed there are low level of sugars and high level of proteins in the spear tips than that in butt, sugars and proteins declined in the first 24 h after harvest. For 24 h after harvest, total free amino acids remained steady. Asparagine/aspartic acid increased, glutamine/glutamic acid and proline decreased. 48 h after harvest, total free amino acids increased by 75%.

Key words: asparagus spear; respiration rate; sugars; protein; free amino acid