

# Evaluation of the Vitamin C Content Changes in Different Growth Stages of Sprouts by Using Iodometry

Xiuhong Tian, Feng Yan\*

School of Tourism, Hebei Normal University, Shijiazhuang Hebei  
Email: \*tianxiuh@126.com

Received: Aug. 30<sup>th</sup>, 2019; accepted: Sep. 18<sup>th</sup>, 2019; published: Sep. 26<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

The content of vitamin C in five kinds of common sprouts, namely mung bean, hemp pea, soybean, peanut and pine, was determined by iodimetry. The content of vitamin C in different growth stages and lengths of the same sprout was compared, so as to determine the best edible time of the sprout. The results showed that the content of vitamin C in sprout was different with different kinds. The content of vitamin C in sprouts varies with different culture time and different growth lengths of sprout.

## Keywords

Sprouts, Vitamin C, Iodimetry

---

# 碘量法测定芽苗菜不同生长时期维生素C含量变化

田秀红, 闫峰\*

河北师范大学旅游学院, 河北 石家庄  
Email: \*tianxiuh@126.com

收稿日期: 2019年8月30日; 录用日期: 2019年9月18日; 发布日期: 2019年9月26日

---

## 摘要

选用碘量法测定绿豆芽、麻豌豆、黄豆芽、花生芽、松柳芽5种常见芽苗菜中的维生素C的含量, 以自己

\*通讯作者。

培育的芽苗菜为原料, 对同种芽苗不同生长时期、不同芽苗长度的维生素C含量进行比较, 以确定芽苗菜的最佳食用期。结果表明: 种类不同, 芽苗菜中维生素C含量不同; 培养时间及芽苗生长长度不同, 芽菜中的维生素C的含量也不同。

## 关键词

芽苗菜, 维生素C, 碘量法

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

芽苗菜作为一类特色的蔬菜, 是一些果实或者种子发芽之后, 短时间内生长为豆芽或者可食用幼苗的一类菜。与一般蔬菜相比, 芽苗类蔬菜以自身风味独特、口感鲜嫩、对光照要求极低、生长周期较短, 可以在黑暗和弱光条件下培养而占据优势, 是一类性价比较高的蔬菜[1]。这些芽苗菜的营养不仅丰富, 并且很全面, 因此具有较多的保健功效。常吃芽苗菜, 可以起到美容养颜、抗衰老、帮助消化等作用。豆类具有很好的营养价值, 并提供参与心脏代谢风险防范的植物化学物质[2]。在大豆和谷类种子萌发过程中, 其胚芽不仅胡萝卜素, 维生素 B, 维生素 C 等营养成分比发芽前增加, 而且生物活性物质黄酮含量也显著增加, 有利于身体健康。

维生素 C (VC, 抗坏血酸), 属于水溶性维生素, 因具有抗坏血酸病的功能, 所以又被称为抗坏血酸, 是维持人体正常生理代谢不可缺少的物质, 在新鲜的蔬菜和水果中分布较广, 是一种人体必需维生素。经研究表明, 维生素 C 能够治疗坏血病; 促使胶原蛋白合成; 预防牙龈萎缩、出血; 预防动脉硬化; 是大脑中重要的抗氧化剂分子[3], 用作高效抗氧化剂; 治疗贫血; 预防癌变; 提高机体的应急能力等功能。大多数动物可以依靠自身合成维生素 C, 但人体内却不能自己合成, 所以人体需要的维生素 C 必须依靠饮食摄入[4]。人体若缺乏维生素 C 将会引起多种疾病的产生, 严重时还会导致免疫力降低、心脏及脾脏损伤甚至坏血病等疾病[5], 所以在日常饮食中, 应注意维生素 C 的摄入, 尽量避免其不足或缺失。

## 2. 实验原理

维生素 C 又名抗坏血酸, 分子式为  $C_6H_8O_6$ , 因为分子中存在具有强还原性的烯二醇基, 使得抗坏血酸具有强还原性, 能与 I<sub>2</sub> 按 1:1 的比例关系反应生成二酮基, 过量的碘溶液与淀粉溶液发生反应使样品变成蓝色, 根据颜色变化确定滴定终点, 根据滴定过程中消耗碘溶液的量来算出样品中抗坏血酸的含量[4]。

## 3. 材料与分析方法

### 3.1. 仪器

欧卡尔家用全自动豆芽机, 电子天平, 研钵, 容量瓶(50、100、500、1000 mL), 烧杯(50、100、250、500 mL), 酸式滴定管(50 mL), 移液管(1、10 mL), 棕色瓶(1000 mL), 玻璃棒, 钥匙, 胶头滴管, 铁架台, 洗耳球, 滤纸, 洗瓶等。

### 3.2. 试剂

抗坏血酸、可溶性淀粉(天津博迪化工股份有限公司), 草酸(天津永大化学试剂有限公司), 碘(西陇化工股份有限公司), 碘化钾(天津永昇精细化工有限公司), 上述试剂均为分析纯。

### 3.3. 样品

色泽良好, 颗粒饱满, 大小均匀, 成熟度较好的绿豆, 黄豆, 麻豌豆, 花生, 松柳等种子在合适的环境条件下发的芽。

## 4. 实验方法与结果

### 4.1. 实验用芽苗的培养

取适量各种芽苗种子, 用清水冲洗干净后放入家用全自动豆芽机中进行培养, 培养温度为 $21^{\circ}\text{C}\sim 23^{\circ}\text{C}$ , 避光。培养期间每天换一至两次水并且在换水时用清水冲洗 2 遍以防止种子发生腐烂, 待不同芽体长至所需测定长度时, 取出备用。

### 4.2. 溶液的配制

#### 4.2.1. 草酸溶液的配制

电子称称量 10.0000 g 草酸放入烧杯中, 加入少量蒸馏水后微热, 使草酸完全溶解, 待溶液恢复到室温后, 将其转移至 1000 mL 容量瓶中, 用蒸馏水定容至标准刻度, 配置为 1% 的草酸溶液, 保存备用。

#### 4.2.2. 碘溶液的配制

电子秤分别称量 0.4000 g 碘和 1.2000 g 碘化钾, 倒入小烧杯中用玻璃棒搅拌使碘大颗粒溶为小颗粒, 并且向混合物中加入少量蒸馏水, 微热, 搅拌至碘完全溶解, 将溶解好的溶液恢复到室温后转移到 1000 mL 棕色瓶容量瓶中, 蒸馏水定容至标准刻度, 将碘溶液避光保存。

#### 4.2.3. 淀粉溶液的配制

称取 2.5000 g 可溶性淀粉, 倒入 100 mL 烧杯中, 加入少量蒸馏水, 边搅拌边加热, 直到该溶液成为透明状, 移出烧杯冷却至室温, 转移到 250 mL 容量瓶中, 蒸馏水定容, 保存备用。

#### 4.2.4. 抗坏血酸标准溶液的配制

取 0.5001 g 抗坏血酸样品, 倒入 100 mL 烧杯中, 加入少量 1% 草酸溶液, 玻璃棒搅拌使维生素 C 样品完全溶解, 移到 500 mL 的容量瓶中, 用 1% 草酸溶液定容至标准刻度线, 即为标准抗坏血酸液。保存备用, 此溶液的浓度为 0.00568 mol/L。

### 4.3. 碘溶液的标定

量筒取 50 mL 标准维生素 C 溶液转到 100 mL 的容量瓶中, 蒸馏水定容, 震荡摇匀。此时, 抗坏血酸的浓度为标准溶液浓度的一半。用移液管取此稀释后的溶液 10 mL 至于锥形瓶中, 分别量取 20 mL 浓度为 1% 的草酸溶液、1.0 mL 浓度为 1% 的淀粉溶液加入锥形瓶中, 用配置好的碘的标准溶液滴定, 边滴定边震荡, 直至溶液变为红棕色时减慢速度, 直到溶液呈现微蓝, 并且在 30 s 以内不褪色, 此时即为滴定终点[6], 记录此实验消耗的标准碘溶液的体积  $V_{31}$ , 重复上述实验 3 次, 记录各组体积然后取其平均值, 确定为滴定值  $V_3$ 。将上述锥形瓶中的标准抗坏血酸溶液换为等体积蒸馏水, 做空白试验, 用标准碘溶液滴定, 此时消耗的碘溶液体积记为  $V_{21}$ , 重复 3 次取其平均值, 为空白值  $V_2$ 。所以标定抗坏血酸溶

液实际消耗的碘溶液体积为  $V_1$ , 即  $V_1 = V_3 - V_2$ 。记录数据见表 1。

计算标准碘溶液的浓度  $CI$ ,

根据  $CI \times V_1 = C_{\text{维生素}} \times V_{\text{维生素}}$

$V_1$  为标定抗坏血酸溶液实际消耗的碘溶液的体积、

$C_{\text{维生素}}$  为抗坏血酸稀释溶液浓度、

$V_{\text{维生素}}$  为抗坏血酸稀释溶液的体积

将上述所测数据代入得  $CI = 0.0014094 \text{ mol/L}$

**Table 1.** Calibration of Iodine solution

**表 1.** 碘溶液的标定

组数	1	2	3	对照组
耗标准维生素 C 溶液体积 $V_2/\text{ml}$	20.48	20.42	20.16	0.20
减去空白值后耗维生素 C 体积 $V_3/\text{ml}$	20.28	20.22	19.96	
实际消耗维生素 C 溶液平均值 $V/\text{ml}$		20.15		

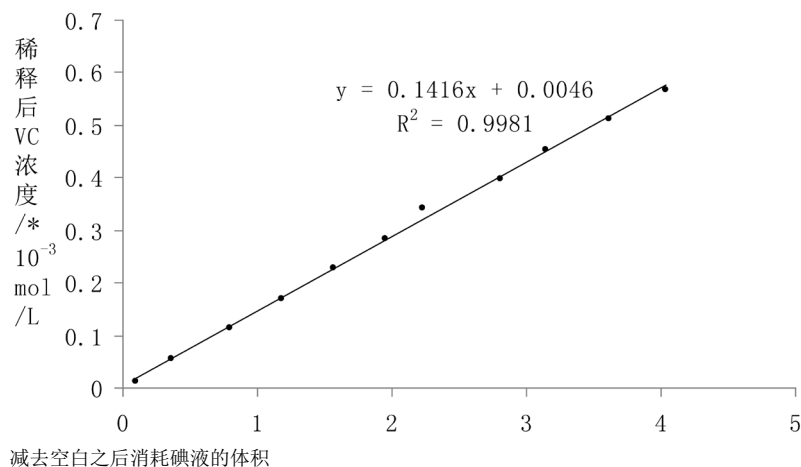
#### 4.4. 标准曲线的绘制

分别量取标准抗坏血酸溶液 0.10、0.50、1.00、1.50、2.00、2.50、3.00、3.50、4.00、4.50、5.00 mL 加入到 50 mL 容量瓶中, 蒸馏水定容。再分别量取各种稀释液 10 mL 于锥形瓶中, 向各锥形瓶中分别移取 20 mL 1% 的草酸溶液、1.0 mL 1% 的淀粉溶液, 震荡混匀。用碘标准溶液滴定, 记录消耗的碘溶液的体积, 每组测 3 次取平均值, 求扣除空白值后所消耗碘溶液的体积, 见表 2。根据所消耗的碘溶液的体积与标准维生素 C 溶液浓度做标准曲线, 见图 1。根据所作标准曲线的线性回归方程  $y = 0.1416x + 0.0046$   $R^2 = 0.9981$ , 可知用碘量法测定芽菜维生素 C 含量在 5~100 mg/100g 的范围内呈良好的线性关系符合线性回归方程。

**Table 2.** The relationship between the concentration of VC standard solution and the volume of iodine solution consumed

**表 2.** VC 标准溶液浓度与所消耗的碘溶液的体积关系

标准 VC 的体积/mL	稀释后 VC 体积/mL	稀释后 VC 的浓度/ $10^{-3} \text{ mol/L}$	消耗碘溶液的体积/ml	减去空白值耗碘体积/mL
0.10	50	0.01136	0.30	0.10
0.50	50	0.0568	0.56	0.36
1.00	50	0.1136	1.00	0.80
1.50	50	0.1704	1.38	1.18
2.00	50	0.2272	1.77	1.57
2.50	50	0.284	2.15	1.95
3.00	50	0.3408	2.59	2.39
3.50	50	0.3976	3.01	2.81
4.00	50	0.4544	3.34	3.14
4.50	50	0.5112	3.81	3.61
5.00	50	0.568	4.24	4.04



**Figure 1.** The relationship between the concentration of VC standard solution and the volume of iodine solution consumed

**图 1.** 消耗的碘溶液的体积与标准维生素 C 溶液浓度的关系

#### 4.5. 样品的提取

在实验期间, 每天在同一时刻随机取各种长势良好的芽苗, 用滤纸吸干水分, 刻度尺分别测量芽苗长度, 称重量, 放入研钵中, 加入少量 1% 的草酸溶液, 充分研磨[7], 转入到 100 mL 的容量瓶中, 用草酸溶液清洗研钵 2~3 次, 清洗液也转入容量瓶中, 然后用 1% 的草酸溶液定容至标准刻度线, 各种芽苗研磨液配置后备用。

#### 4.6. 样品中维生素 C 的测定

移液管分别移取 1% 草酸溶液 20 mL、1% 淀粉溶液 1.0 mL 加入 1 至 6 号锥形瓶中, 分别移取上述配置好的样品溶液 10 mL 于 1 至 5 号锥形瓶中, 向 6 号锥形瓶中加入 10 mL 水作为空白对照, 溶液震荡混匀。用已标定的碘标准溶液滴定, 记录滴定时所消耗的碘溶液的体积, 每组滴定 3 次取其平均值, 求得扣除空白值后所消耗碘溶液的体积。

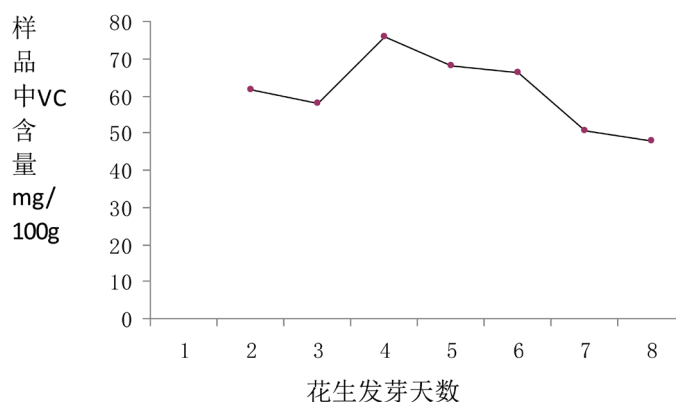
具体实验数据如表 3~7、图 2~6 所示。

##### 1) 花生

**Table 3.** Experimental data of peanuts

**表 3.** 花生的实验测定数据

发芽后第 N 天	芽长度/cm	样品重量/g	减去空白值耗碘平均体积/ml	样品液中 VC 浓度 / * 10 <sup>-3</sup> mol/L	样品 VC 含量 mg/100g
2	涨发	2.6725	0.63	0.0938	61.83
3	发芽	2.2853	0.46	0.0697	53.75
4	0.40	1.4540	0.41	0.0626	75.90
5	0.70	1.6909	0.43	0.0655	68.22
6	3.00	1.7370	0.43	0.0655	66.41
7	4.50	2.1518	0.43	0.0655	53.60
8	6.00	2.0461	6.00	0.0556	47.84



**Figure 2.** The relationship between sprouting days of peanuts and VC content

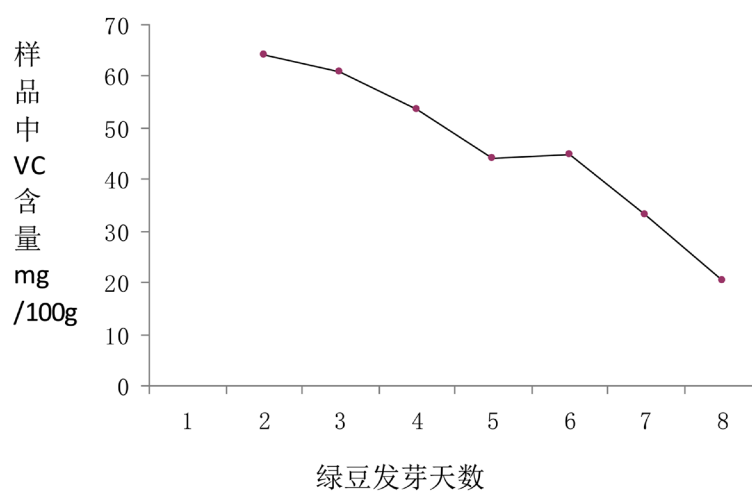
**图 2.** 花生发芽天数与 VC 含量的关系

## 2) 绿豆

**Table 4.** Experimental data of mung beans

**表 4.** 绿豆的实验测定数据

发芽后第 N 天	芽长度/cm	样品重量/g	减去空白值耗碘平均体积/ml	样品液中 VC 浓度 /*10 <sup>-3</sup> mol/L	样品 VC 含量 mg/100g
2	涨发	2.8063	0.70	0.1037	65.10
3	2.00	1.2422	0.27	0.0428	60.73
4	3.50	2.3389	0.47	0.0712	53.58
5	4.00	2.0446	0.33	0.0513	44.22
6	4.50	1.9526	0.32	0.0499	45.02
7	5.20	1.2228	0.13	0.0230	33.14
8	6.00	1.7546	0.11	0.0202	20.25



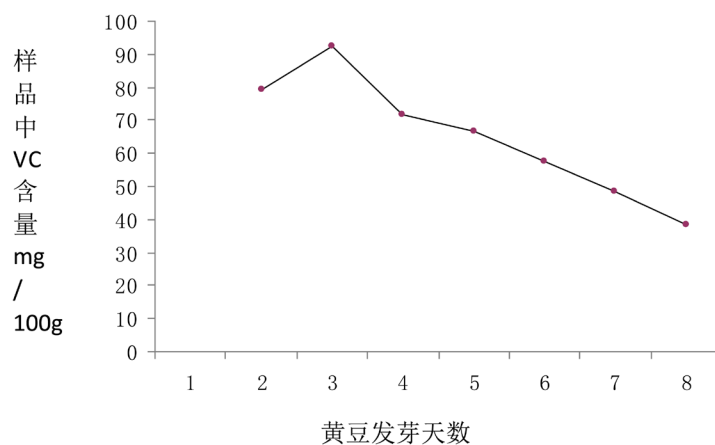
**Figure 3.** The relationship between sprouting days of mung beans and VC content

**图 3.** 绿豆发芽天数与 VC 含量的关系

## 3) 黄豆

**Table 5.** Experimental data of soya beans**表 5.** 黄豆的实验测定数据

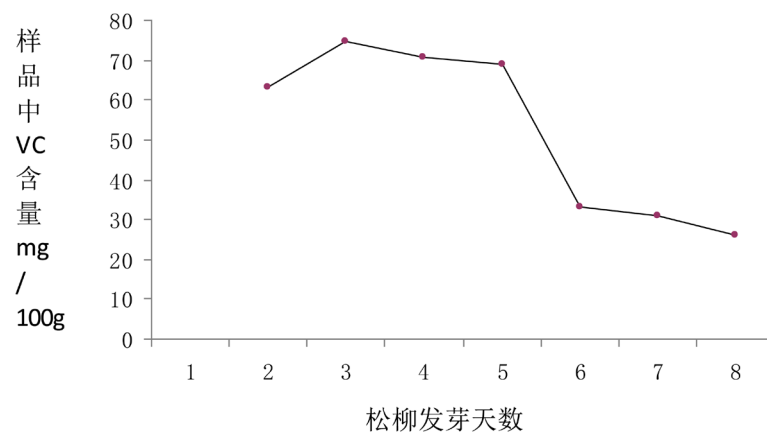
实验第 N 天	芽长度/cm	样品重量/g	减去空白值耗碘平均体积/ml	样品液中 VC 浓度 / $10^{-3}$ mol/L	样品 VC 含量 mg/100g
2	涨发	2.3674	0.72	0.1066	79.28
3	2.20	2.3551	0.84	0.1235	92.40
4	3.50	2.3691	0.65	0.0966	71.85
5	5.00	2.4822	0.63	0.0938	66.57
6	6.00	2.3114	0.50	0.7450	57.46
7	8.00	2.0689	0.37	0.0570	48.52
8	10.00	2.1069	0.29	0.4566	38.18

**Figure 4.** The relationship between sprouting days of soya beans and VC content**图 4.** 黄豆发芽天数与 VC 含量的关系

## 4) 松柳

**Table 6.** Experimental data of lathyrus sativus**表 6.** 松柳的实验测定数据

发芽后第 N 天	芽长度/cm	样品重量/g	减去空白值耗碘平均体积/ml	样品液中 VC 浓度 / $10^{-3}$ mol/L	样品 VC 含量 mg/100g
2	涨发	2.8055	0.68	0.1009	63.34
3	0.80	1.8820	0.53	0.0796	74.54
4	1.50	2.3946	0.45	0.0683	70.52
5	2.00	2.2660	0.39	0.0886	68.88
6	3.50	3.6340	0.45	0.0683	33.11
7	7.80	2.0307	0.22	0.0357	31.10
8	10.00	2.2112	0.20	0.0329	26.22



**Figure 5.** The relationship between sprouting days of lathyrus sativus and VC content

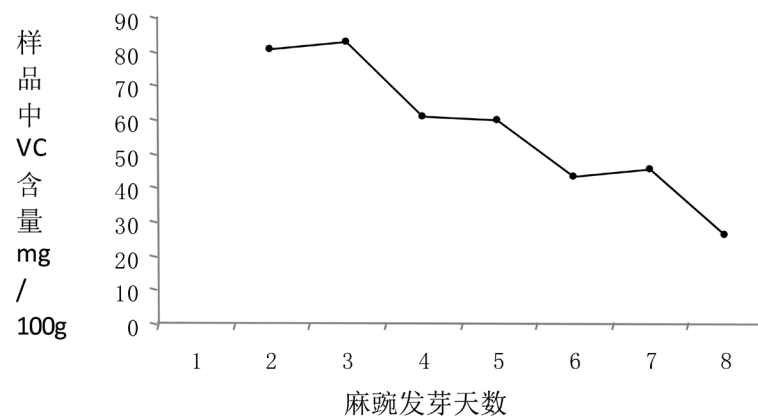
**图 5.** 松柳发芽天数与 VC 含量的关系

### 5) 麻豌豆

**Table 7.** Experimental data of grey pea

**表 7.** 麻豌豆的实验测定数据

实验第 N 天	芽长度/cm	样品重量/g	减去空白值耗碘平均体积/ml	样品液中 VC 浓度 / $\times 10^{-3}$ mol/L	样品 VC 含量 mg/100g
2	涨发	3.4440	1.08	0.1575	80.57
3	0.50	1.8791	0.59	0.0881	82.62
4	1.00	2.8012	0.65	0.0966	60.77
5	2.00	2.1150	0.47	0.0712	59.26
6	3.50	2.8658	0.46	0.0697	42.86
7	5.50	2.2302	0.37	0.0570	45.01
8	8.00	2.3593	0.21	0.0343	25.63



**Figure 6.** The relationship between sprouting days of grey pea and VC content

**图 6.** 麻豌豆发芽天数与 VC 含量的关系



## 5. 结论

芽苗类种子吸收水分, 在适宜条件下发芽, 其内部维生素 C 含量随着时间和芽的长度的变化而变化。豆芽中维生素 C 含量随培养时间及芽长度的增加而呈现下降的趋势, 可能是因为种子在生长过程中吸收水分过快, 细胞内的维生素 C 含量相对下降。芽菜的维生素 C 含量主要与所选芽菜的种类和培养的长度有关。所测的芽苗菜中都含有较高量的维生素 C, 但含量却不很稳定。绿豆在发芽 24 h 后维生素 C 含量最高。绿豆芽、黄豆芽在约 2~3 cm 时的维生素 C 含量最高; 松柳、麻豌豆在发芽第三天, 长度约为 0.5~1.5 cm 时维生素 C 含量较高; 花生在发芽 4~5 天时维生素 C 含量较高, 提醒人们在食用芽苗类蔬菜时, 根据芽苗菜种类合理选择食用时长度, 以使其营养价值最大化。

## 参考文献

- [1] 李振华, 段玉, 康玉凡. 豆类芽苗菜生产工艺的研究进展[J]. 中国农学报, 2011, 27(10): 76-81.
- [2] Limón, R.I., Peñas, E., Martínez-Villaluenga, C., *et al.* (2014) Role of Elicitation on the Health-Promoting Properties of Kidney Bean Sprouts. *LWT-Food Science and Technology*, **56**, 328-334.
- [3] Harrison, F.E. and May, J.M. (2009) Vitamin C Function in the Brain: Vital Role of the Ascorbate Transporter SVCT2. *Free Radical Biology & Medicine*, **46**, 719-730.
- [4] 赵晓梅, 江英, 吴玉鹏, 等. 果蔬中 VC 含量测定方法的研究[J]. 食品科学, 2006, 27(30): 197-198.
- [5] 黄锁义, 方晓燕, 农世永, 等. 分光光度法测定山楂中维生素 C [J]. 理化检验——化学分册, 2007, 43(4): 317-319.
- [6] 朱秀敏, 王彩君, 王建军. 几种芽菜维生素 C 含量的比较研究[J]. 北方园艺, 2012(3): 35-37.
- [7] 王静. 浸种时间对豌豆芽苗菜产量及蛋白质和 VC 含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(9): 3918-3919.