

## 中国沙棘果实中维生素C含量及其变化规律的研究\*

周银莲 阮大津 杨炳才 王守宗

〈中国林业科学研究院林业研究所〉

**关键词** 沙棘; 维生素C

中国沙棘 (*Hippophae rhamnoides* L. subsp. *sinensis* Rousi) 是鼠李沙棘的一个亚种<sup>[1]</sup>。主要产于我国山西、陕西、甘肃、青海、四川、河北、辽宁8省和宁夏、内蒙两个自治区。中国沙棘是我国重要的资源植物。

从本世纪20年代初就开始了沙棘的研究。随着沙棘新用途的发现和综合利用工业的发展,沙棘的化学成分研究也越来越受到重视,苏联学者在这方面进行了大量的工作<sup>[2~4]</sup>。我国近几年来对沙棘的研究也相当活跃<sup>[5,6]</sup>。本文重点报道几个地区的中国沙棘维生素C含量及其变化规律,为采摘期和合理开发利用提供参数,同时也为加速沙棘优良品种的人工选育提供依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试材采集

1987年根据不同地区中国沙棘果实的颜色、大小和形状划分果型。先后收集内蒙克什克腾和凉城各5个果型;山西省岢岚县12个果型;山西省五台县4个果型;青海省大通县6个果型;甘肃省清水县5个果型(表1)。

表1 中国沙棘产地概况

| 地 点     | 纬 度<br>(°N) | 经 度<br>(°E) | 海 拔<br>(m) | 年降水量<br>(mm) | 年平均温度<br>(°C) | 极 端<br>最高温度<br>(°C) | 极 端<br>最低温度<br>(°C) |
|---------|-------------|-------------|------------|--------------|---------------|---------------------|---------------------|
| 内蒙克什克腾旗 | 43 29       | 117 47      | 997        | 380.0        | 1.5           | 32.0                | -28.0               |
| 内蒙凉城县   | 40 43       | 112 30      | 1 270      | 428.0        | 5.0           | 37.0                | -36.0               |
| 山西五台县   | 38 43       | 111 40      | 1 800      | 554.5        | 6.9           | 38.0                | -30.4               |
| 山西岢岚县   | 38 43       | 113 14      | 1 700      | 493.2        | 7.5           | 33.5                | -28.7               |
| 甘肃清水县   | 34 65       | 111 41      | 2 300      | 574.3        | 8.8           | 36.0                | -23.2               |
| 青海大通县   | 34 57       | 101 39      | 2 760      | 637.6        | 2.6           | 34.0                | -26.0               |

野外采摘了不同果型的带果枝,每个果型约收0.5~2.0 kg果实。室内充分混和后取样进行维生素C测定。于1989年和1990年,以中国林业科学研究院林业研究所苗圃的中国沙棘为材料,对植株不同生长发育时期果实中维生素C的变化,进行了定株检测。座果后每隔15天选取同一部位的果实进行室内分析。

本文于1990年10月12日收到。

\*本文为国家“七五”攻关项目“沙棘资源的综合利用、加工系列产品的研究”部分内容,由王守宗执笔。

## 1.2 维生素C测定方法

### 1.2.1 2,6-二氯酚靛酚滴定法

1.2.2 高效液相色谱法 采用 Waters 244 HPLC 高效液相色谱仪, 附 UV 254 检测器, 用  $\mu$ -Bondapak  $C_{18}$  柱(0.4 cm  $\times$  30 cm), 流动相为 0.1%  $H_2SO_4$ , 流速为 1.0 ml/min, 灵敏度为 0.08 Auf, 所用试剂为分析纯级。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同产地中国沙棘果实维生素C含量及变化

生长在不同地区的中国沙棘, 因显著的基因型与环境的交互作用, 使果实中维生素C含量差异很大(表2)。如青海大通县位于 $34^{\circ}57'N$ 、 $101^{\circ}39'E$ , 海拔2700m, 内蒙克什克腾旗位于 $43^{\circ}29'N$ 、 $117^{\circ}47'E$ , 海拔997m。生长在青海大通县的沙棘果实维生素C的平均含量是内蒙克什克腾旗的4倍多。方差分析表明: 在经纬度和海拔相近的产地间差异不显著, 而经纬度和海拔差距较大的, 维生素C含量差异极其显著( $F=13.345^{**}$ )。青海、甘肃的沙棘果实中维生素C含量最高; 内蒙较低; 山西居中。不难看出, 中国沙棘果实中维生素C含量有随海拔增高递增, 随经纬度增高而递减的趋势。

表2 不同产地中国沙棘果实的维生素C含量与LSR检验结果

| 采样地点    | 采样时间<br>(年·月) | 纬度<br>( $^{\circ}$ ' N) | 经度<br>( $^{\circ}$ ' E) | 海拔<br>(m) | 样本数<br>(个) | 维生素C(mg/100g鲜果) |          | 差异程度<br>符号 |
|---------|---------------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------|-----------------|----------|------------|
|         |               |                         |                         |           |            | 变化范围            | 平均       |            |
| 青海大通县   | 1987·10上      | 34 57                   | 101 39                  | 2 700     | 6          | 850.39~1 897.38 | 1 252.28 | a          |
| 甘肃清水县   | 1987·10下      | 34 65                   | 111 41                  | 2 300     | 5          | 907.58~1 662.86 | 1 224.10 | a          |
| 山西五台县   | 1987·10上      | 38 43                   | 111 40                  | 1 800     | 4          | 459.49~962.41   | 782.44   | b          |
| 山西岢岚县   | 1987·10下      | 38 43                   | 113 14                  | 1 700     | 12         | 351.08~1 453.83 | 682.35   | b          |
| 内蒙凉城县   | 1987·10下      | 40 43                   | 112 30                  | 1 270     | 5          | 228.38~450.91   | 340.82   | c          |
| 内蒙克什克腾旗 | 1987·9下       | 43 29                   | 117 47                  | 997       | 5          | 243.61~361.19   | 308.87   | c          |

注: 采用不等数量样本方差分析、多重范围检验, 显著性水平为0.05。

表3表明, 同一果型的沙棘, 虽生长在同一沟谷中, 其果实中维生素C的含量, 不论是中国的沙棘, 还是柳叶沙棘, 均随海拔上升而递增。以柳叶沙棘为例, 垂直海拔由2800m上升至3000m, 海拔高度只增加200m, 果实中维生素C含量则净增269.00mg/100g鲜果。中国沙棘果实中维生素C含量也同样具有以上规律。结论进一步证明了海拔高度是影响沙棘果实中维生素C含量的主要因子。

表3 不同海拔相同果型沙棘维生素C含量变化

| 种类   | 采样时间(年·月) | 采样地点     | 果型    | 海拔(m) | 维生素C含量(mg/100g鲜果) |
|------|-----------|----------|-------|-------|-------------------|
| 中国沙棘 | 1990·9中   | 西藏错那勒不乡  | 黄椭圆形果 | 2 700 | 1 624.00          |
|      |           |          |       | 2 500 | 1 452.00          |
| 柳叶沙棘 | 1990·10上  | 青海大通东峡林场 | 小黄圆形果 | 3 000 | 1 820.70          |
|      |           |          |       | 2 500 | 1 551.00          |

### 2.2 沙棘果实维生素C含量的生长期变化

在北京地区二年的试验结果发现, 中国沙棘果实在整个生长发育过程中, 维生素C含量

的变化具有明显的规律性。这种规律性可用时间动态曲线来表示。

从图1看出,不同果型间维生素C含量存在着明显差异。小黄果高峰期维生素C的含量是淡黄果的2.5倍。高峰期出现在果实由绿转黄时期,到果实完全生理成熟后,维生素C含量随时间延续而下降。

### 2.3 维生素C含量的日变化

1989年7月13日和24日对栽培在林研所苗圃的5、6龄健壮沙棘定株测定了果实(果型为小黄果、桔黄果、淡黄果、桔红果、小红果)中维生素C的日变化进程。由于单株间果实成熟期不同,维生素C峰值出现时间也不一样。以24日测定结果为例,5株中有3株峰值出现在凌晨3时;1株在24时;另一株在9时。有两株低值在15时;一株在12时;一株在9时;另一株在21时。5株均值日变化全程曲线见图2。

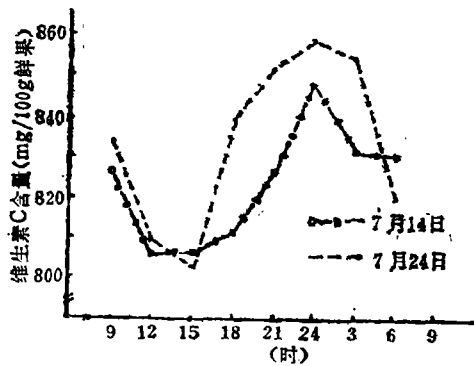


图2 维生素C含量的日变化

mg/100g 鲜果。上部维生素C含量比下部高19.7%。向阳面比阴面高24.7%。

## 3 讨 论

(1) 我国是沙棘属植物的天然分布中心,资源丰富,分布面广( $75^{\circ}32' \sim 121^{\circ}43' E$ ,  $27^{\circ}14' \sim 48^{\circ}35' N$ )。长期以来,可能由于群体内的基因突变、迁移以及一些自然因素造成的隔离,阻碍了基因的交流,加上沙棘分布区环境条件的多样性,造成选择压力的不同,导致群体的分化。近年来,本课题对生长在几个省(区)的中国沙棘果实品质进行了分析和评定<sup>[7]</sup>。具体以维生素C含量为指标,参照其它生化特性,将中国沙棘划分为内蒙、山西、甘肃+青海三个地理区域。

(2) 沙棘是一种形态变异很大的植物,其化学成分主要取决于本身特性、地理分布和

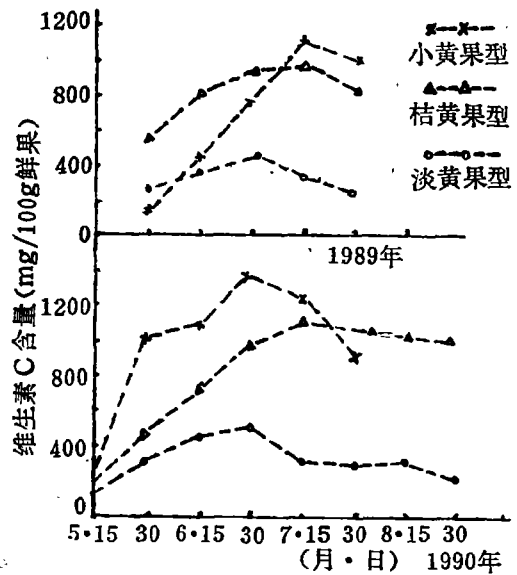


图1 生长期维生素C含量的变化

从测定结果和5株均值变化进程看,0~3h维生素C含量出现最高值;12~15h降至最低点。同时也发现果实中维生素C含量对气温要求颇严。气温在 $21^{\circ}C$ 时,含量最高;低于 $21^{\circ}C$ ,有下降趋势;高于 $30^{\circ}C$ ,含量也下降,但相对趋于稳定。

### 2.4 不同部位沙棘果实中维生素C含量

于1989年7月18日对5株沙棘不同部位的果实维生素C含量进行了测定。以淡黄果型为例,树冠上部为 $435.78 \text{ mg}/100\text{g}$ 鲜果,中部为 $425.35 \text{ mg}/100\text{g}$ 鲜果,下部为 $363.93$

气候条件。维生素C的变幅范围在8倍以上。栽培在北京地区同一立地条件的中国沙棘,株间差异也在3倍左右,可以认为它们之间存在着较显著的遗传性差异。培育沙棘良种应以多种源、多基因型的引种试验为基础,通过单株选择和无性繁殖进行大面积推广,以加速优良沙棘人工林的发展,从而得到好的生态、社会和经济效益。

(3) 沙棘果实中维生素C含量在由绿转黄期最高,如以加工饮料为主要目的,此时采果最佳。日变化进程研究还发现,12~15时维生素C含量出现低谷。其原因可能是沙棘和其他植物一样,均存在着“午睡”现象,此时的光合作用强度降至最低点。由于光合作用强度的变化和植物体内维生素C的增减常常有平行关系<sup>[8]</sup>,因此维生素C的含量也较低。又因不同部位沙棘果实维生素C含量差异明显,所以从事这方面的研究,必须注意试材部位的一致性,否则,将失去可比性。

### 参 考 文 献

- [1] Rousi, A., 1971, The genus *Hippophae* L., a taxonomic study, *Ann. Bot. Fennici*, 8, 177~227.
- [2] Пенгстова В. А., 1971, Биология, ХИМИЯ и Фармакология облепхчи, Издательство “Наука”, 10~16, 24~36, 59~61.
- [3] Газупова Е. М. и ДР., 1984, Биохимическая характеристика плодов *Hippophae rhamnoides* L., произрастающей на западном памире., *Растит. ресурсы*, 202, 232~235.
- [4] V. A. 米罗诺夫, 1989, 苏联不同沙棘种群的化学成分, 国际沙棘学术交流会论文集, 50~52.
- [5] 张维国等, 1989, 山西不同地区中国沙棘果实中生化成分分析及变化趋势初探, 国际沙棘学术交流会论文集, 75~83.
- [6] 杨海荣等, 1988, 青海沙棘果实中抗坏血酸的动态变化研究, 高原生物学集(第八集), 科学出版社, 109~113.
- [7] 王守宗等, 1990, 鼠李沙棘三个亚种果实的化学成分研究, 林业科学研究, 3(1), 98~102.
- [8] 坂村微, 1958(廉源译, 1961), 植物生理学(上卷), 科学出版社, 643~645.

*A Study on Vc Content of Hippophae rhamnoides  
Fruit and Its Changing Rules*

Zhou Yinlian Ruan Dajing Yang Bingcai Wang Shouzong

(The Research Institute of Forestry CAF)

**Abstract** The paper reported the Vc content changing rules in *Hippophae rhamnoides* fruits that were taken from the natural forest grown in different geographical production places. Statistical analysis shows that the Vc content is related to the different geographical locations and altitudes of the production place, which obviously affect the Vc content. Before physiological maturity the Vc content in *H. rhamnoides* fruits increases sharply with the development of the fruit, and decreases slowly after physiological maturity. In the low elevation area of Beijing, it reaches the peak value in the first ten days of July. In the daily changing process, the peak Vc content occurs during 0~3 o'clock, and the content descends to the lowest during 12~15 o'clock. The fruits on the upper part of the canopy have the highest Vc content, while those at the middle part take the second, and those at the lower part have the lowest content. The fruits on the illuminated aspect possess more Vc content than those on the shaded aspect.

**Key words** *Hippophae rhamnoides*; vitamin C