

苹果优质气候资源与区域性研究*

余优森

(兰州干旱气象研究所, 兰州 730020)

李光华

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

文章研究了苹果品质与气象条件的关系、我国主要苹果产区的品质气候资料及其优质气候区域, 研究证实了我国西北黄土高原、西部山区以及甘新等苹果产区, 是我国优质苹果气候区。

关键词: 苹果品质; 气候资源; 气候区域。

1 引 言

苹果是我国人民生活中的主要水果之一。随着人民生活水平的不断提高, 对苹果品质的要求亦愈来愈高。

过去, 我国苹果的主产区在山东、辽东半岛、渤海湾沿岸及黄淮海平原。70年代以来, 人们又相继发现黄土高原、西秦岭山地、川西北及川西南山地的苹果, 其品质超过东部老苹果产区, 成为新兴的优质苹果产区和外贸出口生产基地。

苹果品质与品种、栽培措施、气候及土壤生态环境有很大关系。然而, 同一品种在相近的栽培条件下, 苹果的品质与气候、土壤条件有密切关系。为了揭示我国苹果的优质气候资源和区域, 本文仅从气候角度进行探讨。所用的苹果品质分析资料, 系1977~1986年天水农业气象试验站和本课题1992~1993年统一采样分析资料。同时, 参考引用农业部门的全国苹果品评资料。苹果品种为元帅种。

2 苹果品质与气象条件的关系

有关苹果品质与气象条件的关系, 作者曾作过一些研究^[1~3]。本文在此基础上再作一些扩展性分析研究。

1993-03-23收到, 1993-11-08收到修改稿。

* 国家气象局气象短平快项目。

评定苹果品质通常以含糖量、含酸量、糖酸比、风味、着色及硬度等指标来衡量。

2.1 影响苹果品质的关键生物学时段

用天水市果树所和花牛村元帅苹果含糖量资料, 采用积分回归和膨化回归方法分析研究含糖量与气温关系, 研究得出, 气温影响苹果含糖量的关键生物学时段有三个: 一是7月上中旬果实生长第一次膨大期; 二是8月中旬果实第二次膨大生长期; 三是9月上中旬果实成熟糖分积累期, 这一结论与苹果果实生长发育规律和果实糖分累积增长曲线变化特性的实测结果是完全一致的^[2]。

2.2 含糖量与关键时段气温关系

含糖量是苹果的主要品质指标之一, 它直接影响营养成分、风味和贮运性能, 分析研究元帅品种苹果三个关键生物学时段的旬气温与含糖量关系, 得

$$Y_5 = -28.392 + 3.862T_7 - 0.089T_7^2 \quad (1)$$

$$Y_5 = -18.521 + 3.125T_8 - 0.076T_8^2 \quad (2)$$

$$Y_5 = -15.789 + 3.435T_9 - 0.100T_9^2 \quad (3)$$

上列三式均通过 0.01 水平的 F 检验, 式中, Y_5 表示苹果含糖量(%), T_7 、 T_8 、 T_9 分别表示7月上中旬、8月中旬、9月上中旬三个关键生物学时段的平均气温。

对以上三式求一阶导数, 得出元帅苹果第一次、第二次果实膨大生长期的适宜气温为 21 ~ 23℃, 果实成熟糖分转化积累期的适宜气温为 16 ~ 18℃。

分析果实第一次膨大期(7月)旬气温日较差与含糖量的关系呈显著的正相关, 含糖量随日较差增大而增加, 三个旬的积分偏回归系数值分别为 1.16%/℃、1.66%/℃、1.01%/℃; 三个旬的膨化回归系数分别为 0.771、0.749、0.772(统计检验达 0.01 显著性水平), 表明第一次果实膨大生长决定了果实的体积增长和淀粉积累。

2.3 含酸量与关键时段气温关系

苹果含酸量直接影响风味和贮运性能, 温度高含酸量低, 不耐贮运; 温度低, 含酸量高, 风味差。

分析元帅品种含酸量与三个关键生物学时段旬气温的关系呈双曲线分布关系, 拟合的双曲线函数方程为:

$$1/Y_a = 9.638 - 104.823/T_7 \quad (4)$$

$$1/Y_a = 10.738 - 125.097/T_8 \quad (5)$$

$$1/Y_a = 9.782 - 85.848/T_9 \quad (6)$$

上列三式均通过 0.01 水平的 F 检验, 式中, Y_a 代表苹果含酸量(%), T_7 、 T_8 、 T_9 同前式。

分析得出, 优质苹果适口的含酸量为 0.20% ~ 0.25%, 适口含酸量的适宜气温: 果实膨大生长期为 19 ~ 22℃, 果实成熟期为 16 ~ 18℃, 与含糖量的适宜气温相近。

2.4 硬度与关键时段气温关系

苹果硬度直接影响风味和贮运性能, 硬度过硬风味不佳; 硬度过小, 不耐贮运, 优质苹

果的适中硬度为 $7.6 \sim 9.0 \text{ kg/cm}^2$.

分析元帅品种苹果硬度与三个关键时段旬气温的关系呈对数函数分布,拟合的数学方程为:

$$Y_h = 35.453 - 9.019 \ln T_1 \quad (7)$$

$$Y_h = 40.908 - 10.869 \ln T_2 \quad (8)$$

$$Y_h = 29.876 - 7.796 \ln T_3 \quad (9)$$

上列三式均通过 0.01 水平的 F 检验. 式中, Y_h 表示苹果硬度 (kg/cm^2), T 同前.

研究得出, 优质苹果适中硬度所需的适宜气温: 果实膨大生长期为 $19 \sim 22^\circ\text{C}$, 果实成熟糖分积累期为 $15 \sim 18^\circ\text{C}$, 与含糖量、含酸量的适宜气温相近.

苹果硬度、含酸量与果实第一次膨大期(7月)气温日较差的关系为显著的正相关, 即随着日较差增大, 硬度增大, 含酸量增加, 适宜的气温日较差为 $8 \sim 12^\circ\text{C}$ 以上.

2.5 着色与气温

苹果的着色程度与着色期花青素含量的温度和太阳辐射光谱强度有关. 据研究, 花青素作用适宜平均气温为 $20 \sim 22^\circ\text{C}$ 以下. 在此适宜温度下, 花青素含量高, 着色好; 高于 22°C , 苹果着色明显受阻, 甚至不着色.

3 苹果品质气候资源分析

3.1 苹果品质气候资源的计算

采用上述公式计算我国主要苹果产地的品质气候资源列于表 1. 计算方法是先分别求出各个关键时段的含糖量、含酸量、糖酸比及硬度, 然后求得平均值. 表中所列的计算值为平均值. 计算的结果表明, 用拟合的数学方程进行计算的结果与采样分析的实测值基本吻合, 分布的趋势一致. 因此, 可以用于分析评价我国主要苹果产地的品质气候资源. 同时, 也证实了西北黄土高原、西秦岭山地、川西北及川西南山地苹果产区, 同属我国优质苹果产区.

3.2 我国主要苹果产地品质气候资源分析

为了揭示我国主要苹果产地品质气候资源, 现将其主要产地苹果三个关键生物学时段的主要气候条件作一分析比较(见表 2).

分析结果看出, 西北黄土高原、西秦岭山地、川西北及川西南山地以及甘新地区等主要苹果产地, 第一次、第二次果实迅速膨大期的平均气温大都为 $19 \sim 22^\circ\text{C}$, 果实膨大生长期气温日较差为 $9 \sim 15^\circ\text{C}$, 果实着色成熟期气温为 $17 \sim 19^\circ\text{C}$, 果实成熟糖分迅速积累期气温 $15 \sim 17^\circ\text{C}$, 太阳辐射量 $500 \sim 690 \text{ MJ/m}^2$, 影响含糖量、含酸量、糖酸比、硬度及着色的关键生物学时段的气温、日较差均在最适宜的温度指标范围之内. 因此, 苹果的含糖量高, 甜酸适口, 硬度适中, 风味浓郁, 品质最佳; 加上着色成熟时温度适宜, 太阳辐射量大, 光质优, 故着色艳丽, 呈鲜红或紫红色, 三红苹果的全红率达 90% 以上, 在全国多次苹果品评中,

表 1 我国主要苹果产地品质气候计算结果

主要产地	含糖量(%)		含酸量(%)		糖酸比		硬度(kg/cm ²)	
	计算值	实测值	计算值	实测值	计算值	实测值	计算值	实测值
烟台	12.9	12.7	0.18	0.19	71	66	6.34	6.70
兴城	13.3	12.7	0.19	0.21	70	60	7.12	8.05
熊岳	13.2	12.6	0.19	0.19	69	66	7.04	8.00
北京	12.6	12.1	0.17	0.18	74	67	6.40	6.78
泰安	12.1	12.0	0.18	0.17	67	70	5.83	
郑州	11.5		0.16		72		5.83	
眉县	12.6	12.0	0.17	0.15	74	80	6.30	6.40
洛川	13.6	13.8	0.21	0.20	64	69	7.92	7.89
太原	13.5	13.7	0.20	0.20	67	68	7.48	7.46
天水	13.6	13.7	0.20	0.20	68	68	7.45	8.17
汶川	13.6	13.6	0.20	0.21	68	64	7.80	8.20
越西	13.4	13.0	0.21	0.22	63	60	7.48	7.80
盐源	13.1	13.0	0.24	0.21	55	54	7.35	7.10
昭通	13.4	13.2	0.22	0.19	61	69	8.48	8.20

表 2 我国主要苹果产地品质气候资源比较

主要产地	果实膨大生长期		果实成熟		果实着色成熟期		主要产地	果实膨大生长期		果实成熟		果实着色成熟期	
	平均气温 (°C)	日较差 (°C)	糖分积累 期气温(°C)	气温 (°C)	太阳辐射 (MJ/m ²)	平均气温 (°C)		日较差 (°C)	糖分积累 期气温(°C)	气温 (°C)	太阳辐射 (MJ/m ²)		
烟台	24.0	10.2	20.7	22.6	602.1	天水	22.0	10.7	16.2	18.9	587.8		
兴城	23.7	10.5	18.1	20.8	526.7	兰州	21.6	12.6	15.8	18.4	593.3		
熊岳	24.0	10.9	18.0	20.8	526.7	武威	21.2	14.1	14.9	17.7	649.7		
北京	25.1	11.4	19.4	21.9	522.2	伊宁	22.1	15.8	16.9	19.2	697.6		
泰安	25.9	11.5	20.3	22.9	513.5	汶川	21.9	10.3	17.9	19.8	525.9		
郑州	26.6	11.1	20.9	23.4	497.5	小金	19.8	13.1	16.7	18.2	556.7		
眉县	25.3	10.1	18.5	21.6	526.0	越西	21.2	9.6	17.7	19.3	504.2		
太原	22.6	13.4	16.1	18.9	523.3	盐源	17.9	9.3	16.0	16.8	500.7		
洛川	21.4	10.1	15.1	18.0	538.3	昭通	19.4	9.5	16.1	17.6	501.5		

品质最优的各个品种大都分布于这些地区。

位于渤海湾的老苹果产区,果实两次膨大生长期的平均气温为 23~24℃,气温日较差 10℃,果实着色成熟期气温 20℃,果实成熟糖分迅速积累期气温 18℃,接近于优质苹果的最适宜温度指标,故品质较优。

黄淮海平原和关中平原苹果产区,果实两次膨大生长期的平均气温为 25~26℃,果实着色成熟期气温为 21~23℃,果实成熟糖分迅速积累期气温为 18~20℃,均超过适宜温度指标。由于这三个关键生物学时段气温过高,因而不利于果实的膨大生长,尤其是后期温度偏高,影响了果实的淀粉积累和糖分的迅速转化积累,故品质较差。

4 苹果优质气候区域划分

4.1 优质气候区域划分方法

我国苹果优质气候区域划分方法,采用模糊聚类分析和苹果品质气候统计方法相结

合进行。

我们按模糊聚类分析方法要求,按下式:

$$x' = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (10)$$

选取影响苹果品质的三个关键生物学时段的气象因子,即果实两次膨大生长期和果实成熟糖分迅速转化积累期平均气温,果实膨大生长期气温日较差,以及苹果栽培基本气候生态条件(年气温、年降水量、1月气温)诸因子进行聚类分析计算,聚类的结果如图1。由聚类分析结果看出,我国主要苹果产地的品质气候资源大体可划分为三大区,聚类值 λ 均大于0.761。其中西部一区又可分为西北黄土高原及甘新苹果产区、西秦岭及川西北山地区以及川西南山地区。另两区是黄淮海及关中平原产区和渤海湾沿岸产区。

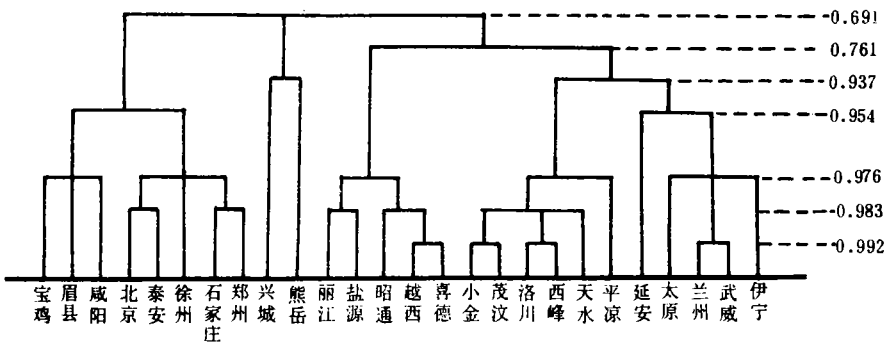


图1 我国主要苹果产地品质气候资源聚类图

在进行模糊聚类分析的同时,我们按苹果品质气候统计数学方法,分别计算了各主要苹果产地的含糖量、含酸量、糖酸比及硬度,并确定含糖量 $>13.1\%$,含酸量 $0.20\% \sim 0.23\%$,硬度 $7 \sim 8\text{kg}/\text{cm}^2$ 为品质最优气候区;含糖量 $11\% \sim 12\%$,含酸量 $0.16\% \sim 0.18\%$,硬度 $5 \sim 6\text{kg}/\text{cm}^2$ 为品质较差气候区,介于两者之间为品质较优气候区。

4.2 我国苹果品质气候区域划分

根据对我国苹果品质气候资源分析、模糊聚类分析以及品质气候计算结果,可将我国苹果品质气候区域划分为三个区域(如图2所示)。

4.2.1 品质最优气候区

该区包括西北黄土高原、甘新、西秦岭山地、川西北及川西南山地等温暖温和半湿润、半干旱及干旱灌溉农业区的主要苹果产地。本区品质最优的气候特点是:苹果三个关键生物学时段的气温最为适宜,尤其是夜温更加适宜,且温度平稳,气温日较差大,光照充足,最利于优质苹果的形成。渭北、西秦岭及川西北山地品质最优区。该区平均含糖量 13.5% ,含酸量 $0.20\% \sim 0.23\%$,硬度为 $7 \sim 9\text{kg}/\text{cm}^2$,着色鲜红,全红率达 90% 以上。

4.2.2 优质气候区

主要分布于渤海湾沿岸老苹果产区,包括辽宁熊岳、金县、兴城;河北昌黎;山东烟台

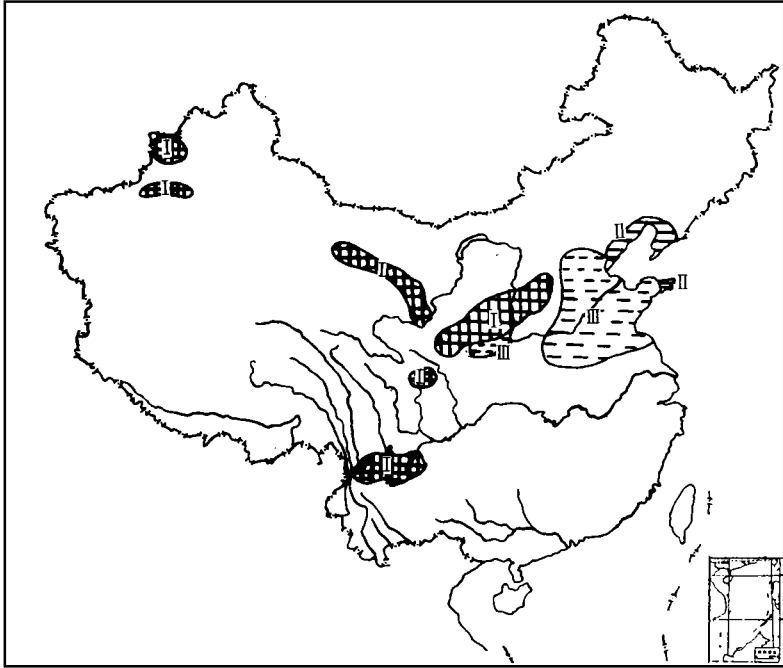


图 2 我国苹果品质气候区域划分示意图

(I 区品质最优气候区, II 品质较优气候区, III 品质较差气候区)

等主要产地. 本区优质的气候特点是: 苹果三个关键生物学时段的气温和品质指标要逊于第一区. 该区平均含糖量 13% 左右, 含酸量 0.19%~0.20%, 硬度 6~8kg/cm², 着色不如最优区.

4.2.3 品质较差气候区

主要分布于黄淮海平原和关中平原苹果产区. 该区苹果品质较差的主要气象原因是三个关键生物学时段的气温过高, 不利于苹果果实生长发育和品质形成, 着色很差. 平均含糖量 11%~12%, 含酸量 0.16%~0.17%, 硬度 5~6kg/cm², 苹果风味差, 不耐贮运.

5 结 语

(1) 影响苹果品质的关键生物学时段及其气象因子, 是果实两次膨大生长期和成熟糖分转化积累期的气温与气温日较差.

(2) 应用苹果品质气候统计数学模型计算的含糖量、含酸量、硬度与实测值相近, 可以用于分析评价苹果的品质气候资源.

(3) 研究证实西北黄土高原、西秦岭山地、川西北和川西南山地以及甘新等苹果产地为我国品质最优气候区.

参 考 文 献

- 1 余优森, 蒲永义, 林日暖. 渭北黄土高原苹果优质气候层带分析. 自然资源学报, 1988, 3(4): 312~322.
- 2 余优森, 蒲永义, 葛秉钧. 苹果含糖量与温度关系的研究. 中国农业气象, 1990, 11(3): 34~37.
- 3 余优森, 蒲永义. 苹果品质与气象条件关系的研究. 气象, 1991, 17(3): 22~26.

A STUDY ON THE CLIMATIC RESOURCES AND REGIONS OF APPLE QUALITY

Yu Yousen

(Lanzhou Institute of Arid Meteorology, Lanzhou 730020)

Li Guanghua

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Abstract

The relationships between apple quality and meteorological conditions, and the climatic resources of main apple regions in China are analysed. The climatic regions of apple quality are suggested. The results show that the Loess Plateau in the northwestern China, the western area of Qin Ling mountains and Gansu-Xinjiang Provinces are the climatic regions of high-good quality apple.

Key words: Apple quality; Climatic resources; Climatic regions.