

柑桔植物的数值分类学研究

钟广炎 叶荫民

(中国农业科学院柑桔研究所, 重庆 630712)

A NUMERICAL TAXONOMIC STUDY OF *CITRUS* AND ITS CLOSE RELATIVES

ZHONG GUANG-YAN YE YIN-MIN

(Citrus Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 630712)

Abstract Fifty nine taxa of *Citrus*, *Fortunella* and *Poncirus* were studied by hierarchical agglomerative clustering analysis and quantas type 3 analysis using 86 morphological characters. Five affinity groups were obtained in *Citrus*. The first group includes *C. medica*, *C. limon*, *C. limonia*, *C. aurantifolia* and *C. iambhiri*; the second includes *C. grandis*, *C. aurantium*, *C. sinensis* and *C. paradisi*; the third is mandarin (*C. reticulata*); the fourth is *C. ichangensis*; The last is *C. hongheensis*. Mandarin oranges show two subgroups: one comprise satsuma, King, Shagan, Tankan and Bendiguangju, and the other consists of the remaining typical mandrins. The two papeda oranges, honghe papeda and ichang papeda, could not be clustered into the same group, indicating that they might have evolved from two completely different ancestors. Pumelos (*C. grandis*) show some relationships to honghe papeda orange. *C. limonia* is assumed to be a hybrid between rough lemon and mandarin. The sweet orange (*C. sinensis*) is considered to be the offspring of pomelo and mandarin. Zhekiang jinju a small mandarin generally considered similar to calamondin in China, should be a true mandarin orange based on our results. *Poncirus* was well distinguished from the other two genera, *Citrus* and *Fortunella*, by the numerical methods used in this study. Our results show that citron (*C. medica*), mandarin (*C. reticulata*) and pomelo (*C. grandis*) are the original species of the subgenus *Citrus*, which was congruent with the results obtained by Barrett and Soost (1976), Potvin (1983) and Handa (1985).

Key words *Citrus*; *Fortunella*; *Poncirus*; Numerical taxonomy

摘要 本文用系统聚类法和对应分析法对 59 份柑桔及其近缘植物枳和金柑三个属的分类群进行了数值

分类学研究。结果表明, 在栽培柑桔中, 枸橼 *Citrus medica*、柚 *Citrus grandis*、宽皮柑桔 *Citrus reticulata* 是三大基本类型。本文还对一些种类的分类地位作了探讨。

关键词 柑桔属; 枳属; 金柑属; 数值分类

柑桔类植物易行远缘杂交, 杂种可孕, 体细胞突变频率高, 无融合生殖占优势, 人工栽培历史悠久, 类型繁多, 形态复杂, 分类研究困难。现已提出多种分类处理, 其中, 较有影响的是田中老三郎 (1954, 1977) 和 Swingle (1967) 的两大分类系统。前者提出柑桔属种数达 162 种; 而后者只承认 16 种。最近, 化学分类学与数值分类学研究表明栽培柑桔只有 3 个基本种, 即枸橼 *Citrus medica*、宽皮柑桔 *Citrus reticulata* 和柚 *Citrus grandis* (Scora 1975; Barrett 1976)。在柑桔植物上, 已有 Barrett (1976), Potvin (1983), 半田高 (1985) 等人在不同的分类群中用不同的性状进行了数值分类学研究。在本文中, 我们以中国柑桔资源为材料, 进行了数值分类学研究, 以期为我国丰富的柑桔资源整理探索新的途径。

材料与 方法

试材全部取自国家果树种质重庆柑桔圃。共观测了 59 份材料, 100 余项形态特征性状, 采用了 86 个 (见附录)。形态特征的编码参考半田高 (1985) 及中国农业科学院柑桔研究所制定的柑桔性状记载标准。

数值分类学方法: 1) 系统聚类法, 算法采用了中间距离法和类平均法。2) 对应分析。聚类分析时, 表述分类群间亲缘关系的相似性指标有 3 个: 相关系数, 相似系数 (夹角余弦) 和欧氏距离系数。计算在本所 286 机上完成, 所用程序用编译 BASIC 语言自行编写。

结 果

(一) 聚类分析结果

在三种相似性系数中, 相关系数与相似系数的结果相近, 故本文只列相似系数的结果。距离系数与之有一定的差异。

采用距离系数时, 枳属 *Poncirus* 呈现出最好的分离状态, 但柑桔属 *Citrus* 与金柑属 *Fortunella* 分离不太好。在中间距离法结果中 (图 1), 选取 1.3 为阈值, 可以得到柑桔属中栽培柑桔 (柑桔亚属) 的枸橼柠檬类、柚橙类、宽皮柑桔类这三大类群以及大翼橙亚属的宜昌橙和红河大翼橙。金柑属则在 1.59 的远距离处与宽皮柑桔聚类。在类平均法聚类谱系图中, 选取同样的阈值 1.3, 可以得到相同的结果, 只是橙类 (甜橙, 酸橙) 不再与柚聚类而与宽皮柑桔聚类。

采用相似系数时, 大翼橙中的宜昌橙反与枳聚类。中间距离法聚类谱系图中 (图 2), 取相似系数 0.1 作阈值时, 可得到枳, 柚橙类、宽皮柑桔类、金柑类、枸橼柠檬类这五大类群。在 0.3 处, 柠檬从枸橼中分离, 甜橙与柚分离, 宽皮柑桔中栽培学上的柑类与桔类分离。类平均法聚类结果, 可以将柑桔属中的三大基本类型很好地分离开。

(二) 对应分析结果

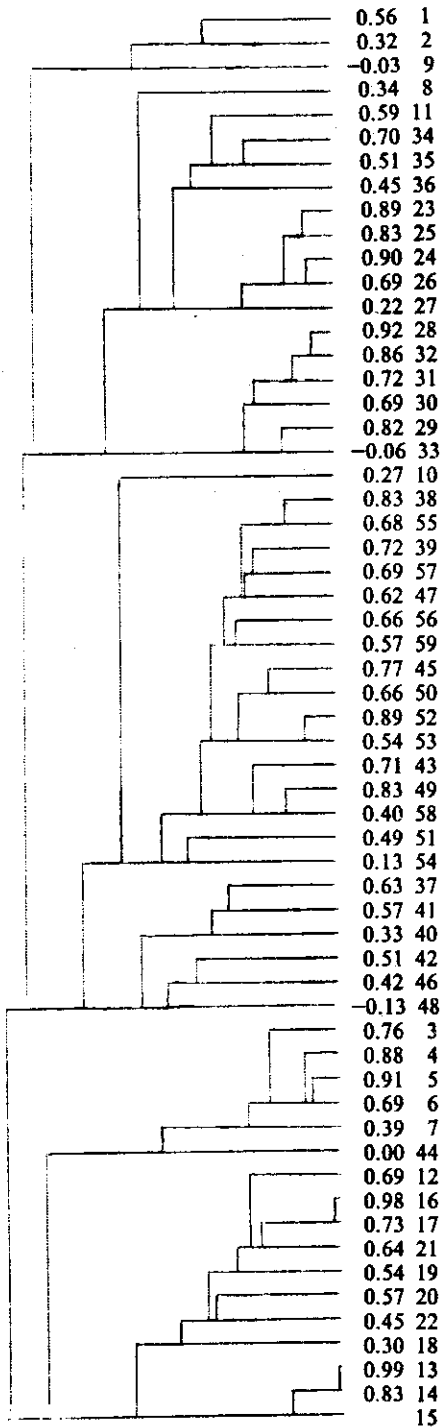


图 1

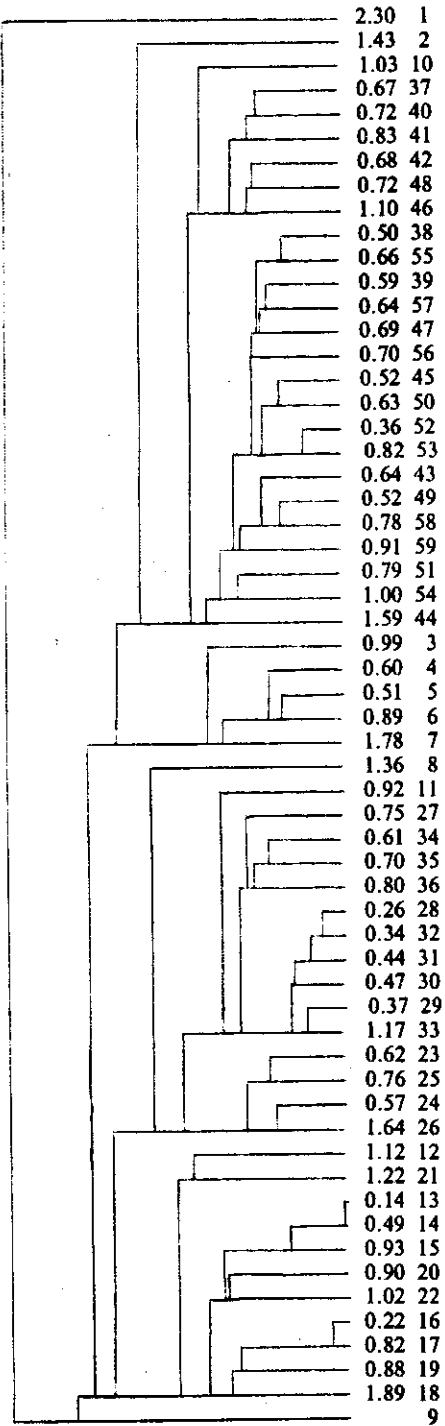


图 2

在对应分析中前三个特征根累计占 65.98%，因此，只需分析前三个主因子即可掌握分类群间的绝大部分信息。

取前三个主因子 F1、F2、F3 作出 Q 因子载荷分布图(图 3)。从图中可以看出分离结果良好，就柑桔属而言，在表达信息最多的 F1、F2 二维空间里，枸橼、柚、宽皮柑桔处于高度离心的位置上，它们包围了甜橙、酸橙、柠檬、柠檬、葡萄柚等柑桔亚属的其他类型，在 F3 方向上，大翼橙亚属中的红河大翼橙和宜昌橙分离出来，处于离心位置上。就属间分离情况而言，金柑属处于远离柑桔属的位置，呈现出良好的分离状态。枳属在 F3 方向远离柑桔属，也呈现出良好的分离状态。

由于对应分析的原理是基于 Q 因子与 R 因子之间的内在联系上的，故可以把分类群与性状联系起来，有利于对分类结果作出合理的解释。根据 R 因子分析结果，对前 6 个主因子影响最大的性状是：叶片性状有叶尖凹口状况、叶柄长度、翼叶宽度、叶形指数、叶片厚度、翼叶形状、复叶数、生态习性；花器官性状有花丝数目、花色、花瓣长宽、花柱大小及开花习性；果实性状有皮色、果形、剥皮难易、是否有乳突、油胞密度、果基状况、汁胞色泽、汁胞长度、汁胞形状及柔软度；种子性状有子叶色泽、胚数、种子数等。因为前 6 个主因子所含信息占总信息量的 75% 以上，故可以认为这些性状在分类中是最重要的。

对应于 Q 因子分析结果可知区分分类群的主要性状：对大翼橙而言，是很长的叶柄、

图 1 59 个柑桔种类品种相似系数中间距离法聚类谱系图 图 2 59 个柑桔种类品种距离系数中间距离法聚类谱系图

1. 枳; 2. 枳橙; 3. 山金柑; 4. 罗浮; 5. 罗纹; 6. 金弹; 7. 长寿金柑; 8. 红河大翼橙; 9. 宜昌橙; 10. 蟹橙;
11. 贵州香圆; 12. 枸橼; 13. 兰普来檬; 14. 红柠檬; 15. 科塞来檬; 16. 尤力克柠檬; 17. 里斯本柠檬; 18. 巴柑檬;
19. 北京柠檬; 20. 埃及粗柠檬; 21. 马柑柠檬; 22. 来檬; 23. 垫江柚; 24. 晚白柚; 25. 沙田柚; 26. 四季抛;
27. 邓肯葡萄柚; 28. 新会橙; 29. 大红甜橙; 30. 哈姆林甜橙; 31. 路比血橙; 32. 暗柳橙; 33. 棉橙; 34. 代代酸橙;
35. 摩洛哥酸橙; 36. 钩头橙; 37. 温州蜜柑; 38. 南丰蜜桔; 39. 本地早; 40. 卡拉桔; 41. 本地广桔; 42. 沙柑;
43. 茶枝柑; 44. 四季桔; 45. 椪柑; 46. 王柑; 47. 道县野生桔; 48. 蕉柑; 49. 年桔; 50. 土柑; 51. 瓯柑;
52. 丹西红桔; 53. 和平 92 红桔; 54. 克里曼丁桔; 55. 椪桔; 56. 四会桔; 57. 朱桔; 58. 汕头酸桔; 59. 浙江金柑。

Fig. 1 Phenogram of 59 taxa of citrus produced by WPGMA and based on distance coefficient of morphological characters. Fig. 2 Phenogram of 59 taxa of citrus produced by WPGMA and based on similarity coefficient of morphological characters.

1. *Poncirus trifoliata*; 2. *C. sinensis* × *P. trifoliata*; 3. *Fortunella. hindsill*; 4. *F. margarita*; 5. *F. japonica*; 6. *F. crassifolia*; 7. *F. obvata*; 8. *Citrus. hongheensis*; 9. *C. ichangensis*; 10. *C. junos*; 11. *C. wilsonii*; 12. *C. medica*;
13. *C. limonia*; 14. *C. limonia*; 15. *C. limonia*; 16. *C. limon*; 17. *C. limon*; 18. *C. bergamia*; 19. *C. meyeri*; 20. *C. jambhiri*;
21. *hybrid*; 22. *C. aurantifolia*; 23. *C. grandis*; 24. *C. grandis*; 25. *C. grandis*; 26. *C. grandis*; 27. *C. paradisi*;
28. *C. sinensis*; 29. *C. sinensis*; 30. *C. sinensis*; 31. *C. sinensis*; 32. *C. sinensis*; 33. *C. sinensis*; 34. *C. surantium*;
35. *C. aurantium*; 36. *C. surantium*; 36. *C. surantium*; 37. *C. unshiu*; 38. *C. kinokuni*; 39. *C. succosa*;
40. *C. unshiu* × *C. nobilis*; 41. *C. nobilis*; 42. *C. nobilis*; 43. *C. chachiensis*; 44. *C. madurensis*; 45. *C. reticulata*;
46. *C. nobilis*; 47. *C. daoxian*; 48. *C. tankan*; 50. *C. flammca*; 51. *C. suavissima*; 52. *C. tangerina*;
53. *C. tangerina*; 54. *C. clementina*; 55. *C. tardiferax*; 56. *C. suhuiensis*; 57. *C. erythroa*; 58. *C. sunki*.

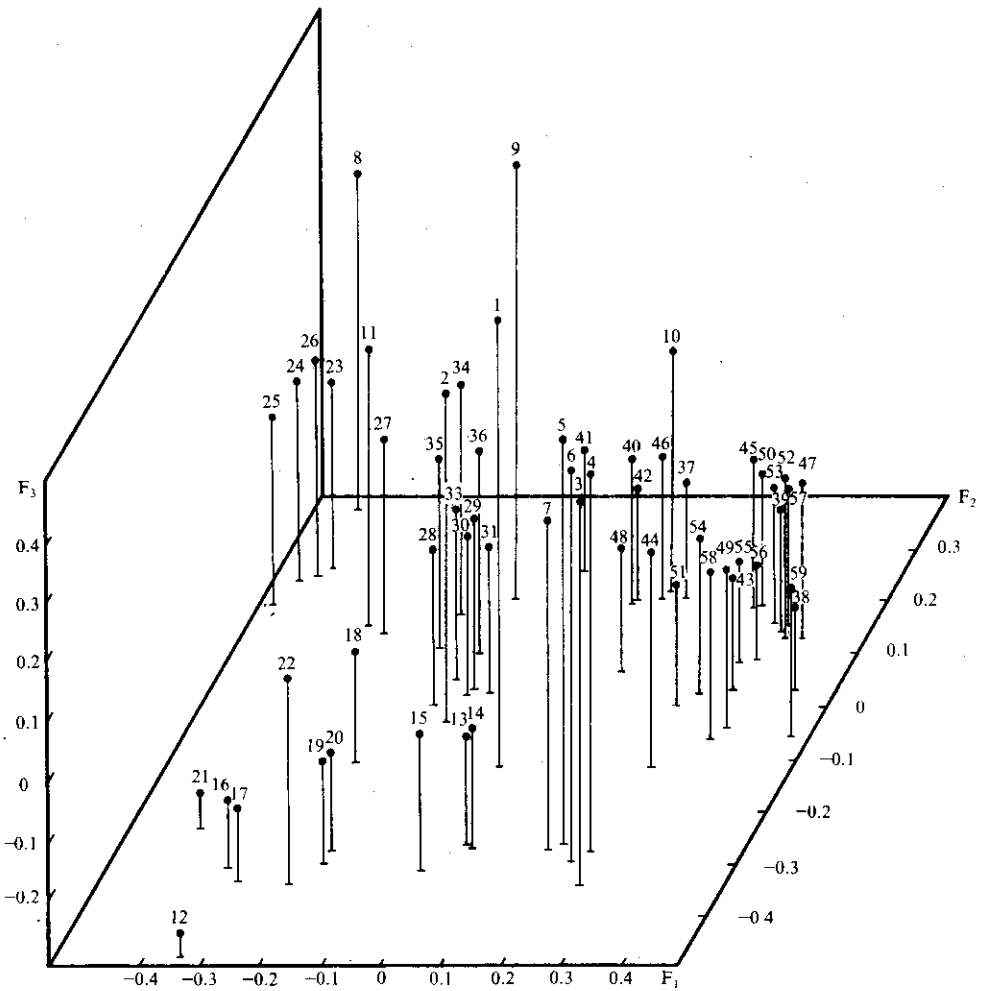


图3 对应分析所得头三个主因子载荷分布图

Fig. 3 Scatter diagram of the first 3 principal factor loading produced by quantas type 3 analysis. The number is the same as in figures 1 and 2 .

倒披针形的翼叶和突起的油胞；对柚而言，是叶大、果大、花大、果皮厚；对枸橼而言，是椭圆形果实、果顶有乳突、叶无关节、枝具下垂性、花丝多、花柱粗；对宽皮柑桔而言，是汁胞粗短色泽深、果皮易剥离、皮色深、中心柱空虚、叶尖凹口明显、叶背色泽深；对金柑而言，是子叶深绿、汁胞短小、果皮肉质化及胚珠数少为2枚；对枳而言，是三小叶、落叶性、花芽分化早、先开花后出叶、纯花芽、果肉有苦油点。

讨 论

1. 关于柑桔属的分类

柑桔属 *Citrus* 种的划分向来分歧很大。近年来 Scora(1975)等提出栽培柑桔(Cultivated citrus)只有 *C. medica*、*C. grandis*、*C. reticulata* 才是具有生物学意义的种,而甜橙、酸橙、柠檬、葡萄柚等均为杂种。此观点得到了数值分类学(Barrett 1976; Potvin 1983)、部分I蛋白(Handa 1986)及叶绿体DNA限制性酶切片段分析(Green 1986)等研究结果的支持。本研究中,各聚类分析结果表明,柑桔属中存在5大类群:(1)红河大翼橙;(2)宜昌橙;(3)枸橼类;(4)柚类;(5)宽皮柑桔类。其中,后3类属于栽培柑桔——柑桔亚属 Subgen. *Citrus* 对应分析结果,柚、枸橼、宽皮柑桔处于3个极端位置,包围了柑桔亚属的其他成员,具有基本种的特征。故本文结果与3个基本种的观点相同。

Swingle(1967)将宜昌橙 *C. ichangensis* 放在大翼橙亚属 Subgen. *Papeda* 中,而田中长三郎(1936)则将其归入进化程度较高的后生柑桔亚属 Subgen. *Metacitrus* 中,叶荫民(1982)认为宜昌橙花粉具有典型的原始性状,Dreyer(1966)发现宜昌橙特含宜昌橙素。本文结果指出,采用距离系数时,宜昌橙与柑桔属其他种类最后聚类,采用相似系数时反与枳聚类,虽然相似性小于一定程度后的聚类无甚意义,但这反证了宜昌橙在柑桔属内的独特性,Q因子分析它远离柑桔属其他种类。它与大翼橙——红河大翼橙也有很大的不相似性。因此,宜昌橙可能是独立发生的古老种。

Singh(1961)根据形态特征、病毒抗性和树皮颜色反应结果,认为柠檬 *C. limonia* 是粗柠檬与宽皮柑桔的杂种。Q因子分析结果,柠檬位于粗柠檬与宽皮柑桔之间,有杂种起源的特征。红柠檬、兰普来檬和科塞来檬之间只是品系之间的差异,聚类时很快聚为一类。

柚 *C. grandis* 是典型的生物学种,已为许多研究所证明。本研究结果显示柚是基本种之一。值得注意的是,柚与红河大翼橙有一定的联系,二者总是在一定的水平聚类,Q因子分析也处于相互邻近的位置,推测二者有一定的亲缘关系,Hirai(1986)根据同工酶分析也得到了类似结论。葡萄柚 *C. paradisi* 被认为是甜橙与柚的杂种(Scora 1975),得到了本文结果的支持,因为Q因子分析显示,它正好位于柚与甜橙之间。

Barrett(1976)等提出甜橙 *C. sinensis* 是柚与宽皮柑桔的杂种。部分I蛋白(Handa 1986)及类黄酮、精油组成上(Kesterson 1964),甜橙与宽皮柑桔很接近,但cpDNA的限制性酶切图谱又与柚相同(Green 1986)。本研究中,甜橙要么与柚聚类,要么与宽皮柑桔聚类,Q因子分析,它处于柚与宽皮柑桔的中间位置,可见,甜橙的起源确有可能与柚和宽皮柑桔有关。

在柑桔分类学上,争论最激烈的是宽皮柑桔的分类。本文结果,宽皮柑桔存在两大类群,一类是栽培学上通称的柑,包括温州蜜柑,本地广桔、沙柑、王柑与蕉柑,余下的为桔类。柑之间的相似性小,Q因子图上分布较散。因此,柑的起源可能有多个途径,除与桔类有很大的关系外,王柑、沙柑、温州蜜柑、本地广桔和柚有一定的关系,蕉柑则与甜橙较为接近。桔类的相似程度高,其过氧化物酶只有C、D两个等位基因,其谷氨酸草酰乙酸转氨酶同工酶基因型完全相同(钟广炎等1991)。因此,本文认为宽皮柑桔只是一个种,是一个早期分化出来的基本种。

根据本文结果,蕉柑是桔橙杂种,聚类时与宽皮柑桔聚类,不支持田中长三郎

(1954)将其归入甜橙类的观点,吴耕民(1984)认为椴柑、椴桔是柑,但本文结果显示它们是典型的桔,与曾勉(1960)的意见完全一致。浙江金桔被认为是通常所指的金桔(Calamondin),但分析结果应为桔类,其过氧化物酶基因型为CD, GOT同工酶也与宽皮柑桔相同(钟广炎等1991)。而真正的金桔——四季桔,在聚类中,或与金柑或与宽皮柑桔聚类,在Q因子分布图中,它位于金柑与宽皮柑桔之间,其GOT与Pox基因型也恰为二者的杂合型。

2. 关于金柑属

1915年,Swingle把金柑独立出来成立新属*Fortunella*。本文结果,聚类分析难以将金柑属分离,似支持田中长三郎(1936)关于金柑是宽皮柑桔进化而来的观点,但Q因子分析,金柑属远离柑桔属,完全独立。金柑属内的相似性很大,长寿金柑并未明显从金柑属中分离。

3. 关于枳

1914年Swingle肯定枳为属,得到了分类学家的普遍承认。但半田高(1985)用4种多元统计方法都未能将枳分离出来。本研究中,采用距离系数聚类时,枳独成一类且与柑桔属有很大距离,Q因子分析,枳在F3方向上远离柑桔属,对应分析结果表明分离出枳的性状与经典分类学所依据的性状相同。半田高没有将其分离出来的原因可能是枳的特征性状选取太少。

4. 关于数值分类学方法

数值分类学方法很多,根据本文结果,聚类分析中似以距离系数衡量分类群间的亲缘关系较好。对应分析不仅能在多维空间中将分类群进行排序,而且能将性状在同一空间中作对应排序,可将分类群与其特有的性状联系起来,不失为一种较好的数值分类学方法。

Appendix Morphological characters and their status used in this study

- | | |
|---|--|
| 1. Bud scales: 1) absent 2) present | 11. Margin serration: 1) slight 2) shallow |
| 2. Persistence: 1) evergreen 2) semi-deciduous | 3) moderate 4) deep |
| 3) deciduous | 12. Leaf length [mm] |
| 3. Tree size: 1) small 2) medium 3) large | 13. Leaf width [mm] |
| 4. Twigs: 1) thin 2) intermediate 3) thick | 14. Leaf length/leaf width |
| 5. Spines: 1) absent 2) few 3) many | 15. petiole length [mm] |
| 6. Tree habit: 1) upright 2) spreading | 16. Leaf length/petiole length |
| 3) drooping 4) weeping | 17. Leaf shape: 1) lanceolate 2) ovate 3) elliptic |
| 7. Shoot tip surface: 1) glabrous 2) pubescent | 4) obovate |
| 3) densely pubescent | 18. Leaf apex: 1) acute 2) obtuse 3) round |
| 8. Shoot tip color: 1) green 2) purple | 19. Apex notch: 1) slight 2) moderate 3) prominent |
| 9. Frost response: 1) high sensitive 2) sensitive | 20. Leaf base: 1) cuneate 2) broad cuneate |
| 3) moderate sensitive 4) moderate resistant | 3) round |
| 5) resistant 6) high resistant | 21. Upper leaf surface color: 1) light green |
| 10. Leaf margin 1) entire 2) dentate | 2) green 3) dark green |
| 3) crenate | 22. Lower leaf surface color: 1) light green |

- 2) yellowish green 3) green
 23. Wing: 1) absent 2) linear 3) obovate
 4) cordiform 5) deltoid
 24. Wing width [mm]
 25. Leaf type: 1) unifoliolate 2) 1, 2, 3-foliolate
 3) trifoliolate
 26. leaf thickness: 1) very thin 2) thin 3) medium
 4) thick 5) very thick
 27. Vines on upper leaf surface: 1) Even
 2) convex 3) very convex
 28. Vines on lower leaf surface: 1) Even
 2) convex 3) very convex
 29. Articulation between petiole and blade:
 1) absent 2) present
 30. Flower arrangement: 1) solitary 2) in an
 inflorescence
 31. Flowering: 1) before leaves 2) after leaves
 32. Flower bud forming season: 1) summer
 2) winter-spring
 33. Mixed bud: 1) no 2) yes
 34. Flowering season: 1) early 2) middle 3) late
 35. Secondary flowering: 1) absent 2) present
 36. Flower bud color: 1) white 2) purple
 37. Petal color: 1) white 2) purple
 38. Petal length [mm]
 39. Petal width [mm]
 40. petal length / petal width
 41. Petal shape: 1) elliptical 2) lanceolate
 3) spatulate
 42. Pedicel length [mm]
 43. Style length [mm]
 44. Style width [mm]
 45. Stamen number 1) < 20 2) 20 — 25 3)
 26 — 30 4) 31 — 35 5) 36 — 40 6) > 40
 46. Filaments: 1) free 2) cohering into bundles
 3) cohering into tube
 47. Opening petal form: 1) recurved 2) flat
 48. Ovary surface: 1) glabrous 2) pubescent
 3) densely pubescent
 49. Calyx: 1) saucer-shaped 2) funnel-shaped
 3) cup-shaped
 50. Fruit weight: 1) < 5 2) 5 — 25 3) 25 — 50
 4) 50 — 100 5) 100 — 170 6) 170 — 260
 7) 260 — 500 8) > 500
 51. Fruit shape: 1) oblate 2) globose 3) ovoid
 4) ellipsoid
 52. Fruit height [mm]
 53. Fruit diameter [mm]
 54. Fruit height / Fruit diameter
 55. Fruit color: 1) light yellow 2) yellow
 3) light orange 4) orange 5) deep orange
 6) red
 56. Oil glands: 1) few 2) medium 3) many
 57. Oil gland nature: 1) deep concave 2) concave
 3) even 4) convex 5) very convex
 58. Fruit apex: 1) deeply depressed 2) depressed
 3) truncate 4) obtuse 5) nipped
 59. print ring: 1) prominent 2) inconspicuous
 3) absent
 60. Peel thickness: 1) very thin 2) thin 3) moderate
 4) thick
 61. Fruit base: 1) rounded 2) truncate
 3) depressed 4) strongly depressed
 62. Ribs or furrows: 1) absent 2) inconspicuous
 3) prominent
 63. Fruit surface: 1) very smooth 2) smooth
 3) intermediate 4) rough 5) very rough
 64. Surface pits: 1) many 2) few 3) absent
 65. Stem thickness [mm]
 66. Rind: 1) edible 2) inedible
 67. Ovules number per locule: 1) > 2 2) 2
 68. Segment number: 1) < 5 2) 6 — 10 3) > 10
 69. Segment shape: 1) semi-orbicular 2) comb-
 shaped 3) kidney-shaped
 70. Axis: 1) hollow 2) semi-hollow 3) solid
 71. Axis size: 1) small 2) moderate 3) large
 72. Adherence of peel: 1) very slight 2) slight
 3) moderate 4) strong 5) very strong
 73. Vesicle shape: 1) conical 2) lanceolate
 3) fusiform 4) brevifusiform 5) ovate
 74. pulp color: 1) white 2) buff 3) yellowish
 orange 4) orange 5) deep orange 6) reddish
 75. Vesicle length [mm]
 76. Vesicle width [mm]

77. Pulp texture: 1) very tender 2) tender
3) firm 4) tough
78. Droplets of acrid oil in pulp: 1) absent
2) present
79. Juice: 1) very juicy 2) juicy 3) dryish
80. Acid: 1) high 2) moderate 3) low
81. Seed number: 1) none 2) few 3) moderate
4) many
82. Seed shape: 1) cuneiform 2) fusiform
3) ovoid 4) globose
83. Seed size: 1) small 2) moderate 3) large
84. Seed surface: 1) smooth 2) weakly veined
3) wrinkled
85. Embryo number: 1) monoembryo 2) mono-
& poly-embryoes 3) polyembryoes
86. Cotyledon color: 1) white 2) light green
3) green 4) deep green

参 考 文 献

- [1] 吴耕民, 1984: 中国温带果树分类学. 农业出版社, 北京.
- [2] 叶荫民等, 1982: 柑桔花粉形态的研究. 中国农业科学, (5): 62—64.
- [3] 曾勉, 1960: 对柑桔分类的认识体会和整理的意见. 中国果树, (2): 31—37.
- [4] 钟广炎、叶荫民, 1991: 柑桔种质资源过氧化物酶同工酶研究. 植物分类学报, 29(5): 418—422.
- [5] 一一等, 1993: 柑桔种质资源谷氨酸草酰乙酸转氨酶同工酶研究. 植物分类学报, 31(2) 162—169.
- [6] 半田高、大垣智昭, 1985: 形态形质的数量化にとりかんキジ類の分類—多変量解析の4手法の適用. 园艺学会杂志, 54(2): 145—154.
- [7] 田中长三郎, 1936: 柑桔の研究. 养贤堂发行.
- [8] 一一, 1977: かんキツ分類への推论. 柑桔研究, 14: 1—6.
- [9] Barrett, H. C. and Rhodes, A. M. 1976: A numerical taxonomic study of affinity relationships in cultivated Citrus and its close relatives. *Syst. Bot.* 1: 105—136.
- [10] Dreyer, D. L. 1966: Citrus bitter principles, V. Botanical distribution and chemotaxonomy in the Rutaceae. *Phytochemistry*, 8(1): 85—90.
- [11] Green, R. W. et al. 1986: The plastome of Citrus, physical map, variation among citrus cultivars and species and comparison with related genera. *Theor. Appl. Genet.* 72: 170—177.
- [12] Handa, T. et al. 1986: Phylogenetic study of fraction I protein in the genus Citrus and its close related genera. *Japn. J. Genet.* 61: 15—24.
- [13] Hirai, M. et al 1986: Isozyme analysis and phylogenic relationship of Citrus. *Japan. J. Breed.* 36: 377—389.
- [14] Kesterson, J. W. et al. 1964: The application of gas-chromatography to the Citrus leaf oils for the identification of kinds of Citrus. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 84: 199—203.
- [15] Potvin, C. et al 1983: A numerical taxonomic study of selected Citrus species (Rutaceae) based on biochemical characters. *Syst. Bot.* 8(2): 127—133.
- [16] Scora, R. W. 1975: On the history and origin of Citrus. *Bull. Torrey Bot. Club.* 102: 369—375.
- [17] Singh, D. and Schroeder, C. A. 1961: Taxonomic and physiological relationships of the so-called mandarin-lime group of Citrus. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 291—295.
- [18] Swingle, W. T. 1967: The botany of Citrus and its wild relatives. In Reuther, W., Batchelor, L. D. and Webber, J. H. (eds.): The Citrus Industry, Vol. I., Div. of Agri. Sci., Univ. of California, Berkeley. 190—430.
- [19] Tanaka, T. 1954: Species Problem in Citrus. *Jap. Soc. Promot. Sci.*, Tokyo.