

## 禾本科植物幼苗性状的聚类分析

韩建国

(北京农业大学, 北京 100094)

H. T. CLIFFORD

(昆士兰大学, 布里斯班 4067)

贾慎修 王培

(北京农业大学, 北京 100094)

## A CLUSTER ANALYSIS OF SEEDLING CHARACTERS OF THE GRAMINEAE

HAN JIAN-GUO

(Beijing Agricultural University, Beijing 100094)

H. T. CLIFFORD

(University of Queensland, Brisbane, Australia 4067)

JIA SHEN-XIU WANG PEI

(Beijing Agricultural University, Beijing 100094)

**Summary** Seeds of 201 species of 83 genera in the Gramineae were collected from the tropical and subtropical regions of Australia, and the temperate region of China. Pure live seeds of each species were sown in plastic pots, which were filled with the mixture of sand and bits of rotted wood (4:1). Seeded pots were kept in greenhouse at temperature of 20—25 °C, and were arranged at random with four replications in each of the two treatments of sowing depth, 10 mm and 0 mm. The seedlings were taken as samples for examining 60 morphological and microscopic characters (Appendix), when they grew to the three-leaved stage. Cluster analysis was made using 60 seedling characters with the 201 species as OTUs. As a result, four clusters are recognized as follows.

Cluster 1. Festucoid: The group consisted of all the species of the subfamily Festucoideae, the species of the genera *Stipa*, *Achnatherum*, *Danthonia* and *Aristida* in the subfamily Arundinoideae, and those of the genus *Microlaena* in the subfamily Bambusoideae. The seedling mesocotyl elongated or not, but not elongated when grew under light. Mesocotyl roots absent. Scutellum and coleorhiza node roots or coleoptile node roots dominant. The first leaf narrowly linear, erect, acute at the apex, twisting clockwise or counterclockwise; blade and sheath 3—5-nerved, with the blade length/width ratio 61.65 on an average. The second and third leaves narrowly linear, acute or acuminate at the apex. The

coleoptile 13.04mm long on an average. The first tiller appeared when the third leaf emerged.

Cluster 2. Panicoid: All the species of the subfamily Panicoideae, the species of the genera *Eriachne* and *Monachather* in the subfamily Arundinoideae, and the genus *Enneapogon* in the subfamily Eragrostidoideae were included in this group. The seedling mesocotyl elongated, even if growing under light. Mesocotyl roots present and dominant. Scutellum and coleorhiza node roots absent. The first leaf oblong-lanceolate, oblong-oblancheolate or spatulate, ascendent or horizontal, acuminate or obtuse at apex, not twisting; blade and sheath over 7-nerved, with the blade length/width ratio 8.95 on an average. The second and third leaves linear-lanceolate, lanceolate or oblong-lanceolate, acuminate at the apex. Coleoptile 5.29mm long on an average. The first tiller appeared when the fifth leaf emerged.

Cluster 3. Bambusoideae: This group included the species in the subfamily Bambusoideae except those in the genus *Microlaena*. The first and second leaves without blade in the supertribe Bambusanae. The mesocotyl not elongated. Scutellum and coleorhiza node roots, and coleoptile node roots completely absent, only primary root developed. The mesocotyl elongated, mesocotyl roots absent and coleoptile roots dominant in the supertribe Oryzanae. The blade of the first leaf suppressed, but the second and third leaves both with blade and sheath.

Cluster 4. Eragrostidoid: The cluster contained the species in the subfamily Eragrostidoideae except those in the genus *Enneapogon*. The seedling mesocotyl elongated, but not elongated when grew under light. The mesocotyl roots mostly absent, while the coleoptile node roots dominant. The first leaf linear, almost ascendent, acute at the apex, not twisting, blade and sheath 5—7 (9)-nerved, with the blade length/width ratio 11.69 on an average. The second and third leaves linear, linear-lanceolate or lanceolate, acuminate at the apex. The coleoptile 2.60 mm long on an average. The first tiller appeared when the fifth leaf emerged.

The species of the subfamily Arundinoideae were divided into four clusters. The results showed that the Arundinoideae could be considered as primitive member of the family, from which the subfamilies Panicoideae, Eragrostidoideae and Festucoideae are derived and specialized.

With exception of a few cases, species in a genus were generally clustered into one unit and grouped into a subcluster unit.

Seedling characters, like other taxonomic characters, are of important taxonomic significance, and could be used in classification of the Gramineae.

**Key words** Gramineae; Seedlings; Cluster

**摘要** 本文用 201 种禾本科植物幼苗的 60 个形态和解剖性状进行了聚类分析,将禾本科植物分为四个大类(一级聚合单位)——狐茅类(Festucoid)、黍类(Panicoid)、竹类(Bambusoid)和画眉草类(Eragrostidoid)。这四类基本上与分类系统中的亚科相吻合,只是芦竹亚科植物的幼苗分散聚到了其它类中。推测芦竹亚科是一个比较原始的类群,狐茅亚科、黍亚科和画眉草亚科可能是在芦竹亚科的基础上进化而来的。除个别种外,大多数同属的种在较低的聚合水平上聚在一起,超族在亚聚合单位中基本上能够反映出来。研究证明禾本科植物的幼苗性状在禾本科植物分类中具有重要的分类学意义。

**关键词** 禾本科;幼苗;聚类分析

## 引 言

禾本科植物分布广、种类多,加之繁殖器官的缩减和特化、并行进化现象的存在、染色体加倍和无融合生殖,给禾本科植物分类带来了很大困难。

就高级分类单位而论,从 1934 年 Hubbard 将禾本科植物划分为 2 个亚科,目前已有 2 个亚科(耿以礼等 1959; Tsvelev 1989)、四个亚科(Beetle 1955)、五个亚科(Tateoka 1957; Clifford 等 1969; Campbell 1985; Watson 等 1985)、六个亚科(Prat 1960; Paroid 1961; Stebbins 等 1961; Clayton 1978; Gould 等 1983)、九个亚科(Pilger 1956)、十二个亚科(Jaques-Felix 1962)和十九个亚科(Hubbard 1966)的划分。

由于禾本科植物繁殖器官在体积上的减缩、强烈的特化和复杂化,使分类中适合于其它有花植物各科的主要分类性状——花部性状在禾本科植物分类中的运用受到了极大限制。因而,仅依靠花部性状对禾本科植物分类,远不能反映禾本科植物间的亲缘关系和进化次序。

随着对禾本科植物具有分类学意义性状的发掘,染色体性状(Avdulov 1931; De Wet 1958)、叶表皮细胞性状(Clifford 等 1977)、胚体性状(Reeder 1961)、叶解剖性状(Brown 1958)和胚乳淀粉粒性状(Tateoka 1962)等先后被运用于禾本科植物分类中,使禾本科植物的分类趋于自然。

植物的个体发育很大程度上反映着系统发育。达尔文(1859)曾指出:“异种胎体间的相似点总比长成时多,异种胎体间的差异总比长成时少”、“同源器官和雏形器官做分类的基础,才能表现物种间真正亲缘”。植物的幼苗与成株相比,表现出较多的相似性和较少的相异性。因而,幼苗更能反映出较高层次分类单位间的亲缘关系。

很久之前就有人验证,禾本科植物幼苗的某些性状具有重要的分类学意义(Avdulov 1931; Prat 1936)。之后, Kuwabara (1968)、Hoshikawa (1969)、王世金等(1983)对禾本科植物幼苗性状进行了进一步研究,并将其用于禾本科植物的分类中。本文的目的是以禾本科植物幼苗的数量和质量性状为基础,用数量分类方法揭示禾本科植物在长期适应环境的过程中形成的各分类群间幼苗的差异及各分类群之间和内部的亲缘关系。为在禾本科植物分类中建立一个接近自然的分类系统增添基础数据。

## 材料与方 法

禾本科植物种子主要来源于澳大利亚昆士兰州热带和亚热带地区、中国北方温带地

区。总共收集到 201 种野生和栽培的禾本科植物种子，分属于 83 个属。

收集到的种子播于 20 × 20 × 30cm<sup>3</sup> 的育苗盆内，培养基为 4:1 的细沙和木屑混合物。每一种设两个处理：(1) 播深 0mm；(2) 播深 10mm。每一处理重复 5 次，每一重复播 20 粒健康种子。将播好的育苗盆随机置于温室内的网架上，室温保持 20℃ — 25℃，隔一天浇水一次。

处理(1)只作中胚轴伸长的测定。处理(2)，当 50% 以上的幼苗长到三叶期时(第三叶长度超过第二叶)，将每一重复的幼苗整株从盆内起出 4 株，用水冲净并放入有少量水的培养皿中，记录形态学性状，同时制片记录解剖性状(附表 1)。留在盆内的幼苗减苗到株距 5 — 6cm，测定并记录分蘖和拔节性状。每一种的数量性状取平均值，某一质量性状在被测幼苗中的出现率超出 60% 为存在。

将所测得 201 种禾本科植物幼苗的 60 个形态和解剖性状建立 201 × 60 的混合数据矩阵，对原始矩阵按 Clifford 等 (1975) 提供的方法进行标准化，之后用 Ward (1963) 的方法进行聚类分析。聚类分析程序 1989 年从西德买进，现存于北京农业大学遗传室。

在幼苗类的描述中禾本科植物亚科和超族所含的属和种引自 Watson 等(1985)的分类系统。

### 结果分析与讨论

201 种禾本科植物 60 个幼苗性状组成的矩阵的聚类分析结果(图 1)表明，83 属的

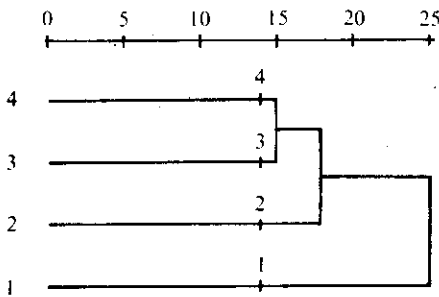


图 1 禾本科植物 201 种 60 个幼苗性状聚类分析一级聚合单位。

- 1. 狐茅类; 2. 黍类; 3. 竹类; 4. 画眉草类
- 1. Festucoid; 2. Panicoid; 3. Bambusoid;
- 4. Eragrostidoid.

Fig. 1 The dendrogram showing four clusters of the 201 grass species as OTUs based on 60 characters.

201 种禾本科植物幼苗被聚合为四个大的聚合单位(聚合水平为 14.0)，即四个大的幼苗类型 —— 狐茅类(Festucoid)、黍类(Panicoid)、竹类(Bambusoid)和画眉草类(Eragrostidoid)。这四个大类基本上反映了系统分类中的亚科级水平，只是隶属于芦竹亚科的幼苗被聚到了黍类、狐茅类和画眉草类幼苗中。现就一级聚合单位的各类幼苗分述于下：

#### (一) 第一聚合单位 —— 狐茅类(Festucoid)幼苗

狐茅类幼苗包含狐茅亚科 Festucoideae 所有种的幼苗，同时还包括芦竹亚科 Arundinoideae 针茅属 *Stipa*、芨芨草属 *Achnatherum*、扁芒草属 *Danthonia*、三芒草属 *Aristida* 植物的幼苗和竹亚科

Bambusoideae 垂穗草属 *Microlaena* 植物的幼苗。其特点是中胚轴伸长或不伸长，但曝光条件下不伸长。无中胚轴根，盾片及胚根鞘节根或胚芽鞘节根占优势。第一叶线形，两边平行，直立，先端急尖，沿顺时针或逆时针方向旋转(狐茅亚科植物)或不旋转

(芦竹亚科和竹亚科植物)。第一叶长宽比四类中为最大,平均61.65。第一叶片及叶鞘3—5脉,胚叶在胚芽鞘内对折或蜗卷,边缘相接。第二、三叶线形,先端急尖或渐尖。胚芽鞘较长,平均13.04mm,主要靠胚芽鞘的伸长将胚芽送出土面(图2: a, b, c,)。除三芒草属之外,该类幼苗均到三叶期出现第一分蘖,分蘖枝条从第一叶鞘内露出。

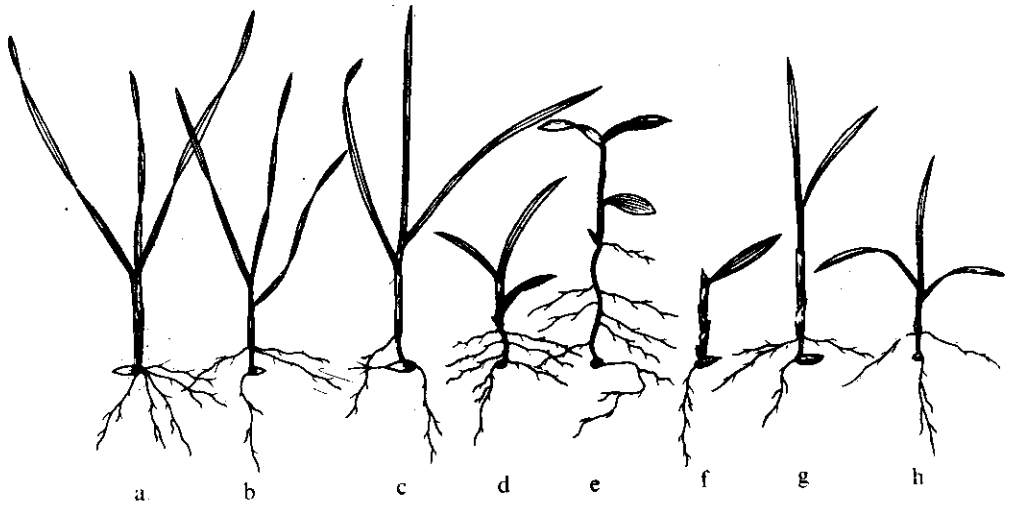


图2 禾本科植物幼苗类型

Fig. 2 The types of grass seedlings.

- a. *Hordeum leporinum*; b. *Poa checlii*; c. *Aristida nitudula*; d. *Digitaria ramularis*; e. *Oplismenus compositus*; f. *Phyllostachys bambusoides*; g. *Oryza sativa*; h. *Sporobolus laxus*.

狐茅类幼苗聚类树状图(图3)中,可将狐茅类幼苗分为四个亚聚合单位(聚合水平为9.5)。第一亚聚合单位含芦竹亚科的三芒草属、扁芒草属和竹亚科的垂穗草属。这一亚聚合单位在较高的水平(聚合水平为12.5)上与其它三个亚聚合单位聚在一起,说明它与其它三个亚聚合单位所含幼苗差异较大。第二亚聚合单位含狐茅亚科的新麦草属 *Psathyrostachys*、大麦属 *Hordeum*、披碱草属 *Elymus*、赖草属 *Aneurolepidium*、黑麦属 *Secale*、小麦属 *Triticum*、燕麦属 *Avena* 的幼苗和芦竹亚科芨芨草属的幼苗,此亚聚合单位的幼苗大部分为小麦超族 *Triticanae* 的幼苗。第三亚聚合单位含狐茅亚科的羊茅属 *Festuca*、猫尾草属 *Phleum*、蒺藜草属 *Phalaris*、早熟禾属 *Poa*、鸭茅属 *Dactylis*、鼠尾草属 *Vulpia* 和芦竹亚科的针茅属,这一亚聚合单位大部分幼苗属早熟禾超族 *Poanae* 植物的幼苗。第四亚聚合单位含雀麦属 *Bromus*、黑麦草属 *Lolium*、鹅观草属 *Roegneria*、偃麦草属 *Elytrogia*、冰草属 *Agropyron*、燕麦草属 *Arrhenatherum*、剪股颖属 *Agrostis*、刺猬草属 *Echinopogon*、毛羽草属 *Dichelachne*和碱茅属 *Puccinellia* 的幼苗,它是小麦超族和早熟超族的混合类型,其中雀麦属曾被放入早熟禾族 *Pocae* 中(Hubbard 1966; Tateoka 1957; Stebbins 等 1961),也曾作为一个族 *Bromeae* 放置在小麦族 *Triticeae* 和早熟禾族之间(Clayton 1978)起联系小麦族和早熟禾族的作用。Macfarlane 等(1982)将其作为一个族放入大麦超族中, Watson 等(1985)也将此属放入大麦超族中。很可能雀麦属植物在系统发育过程中经历了从早熟禾超族向大麦超族转

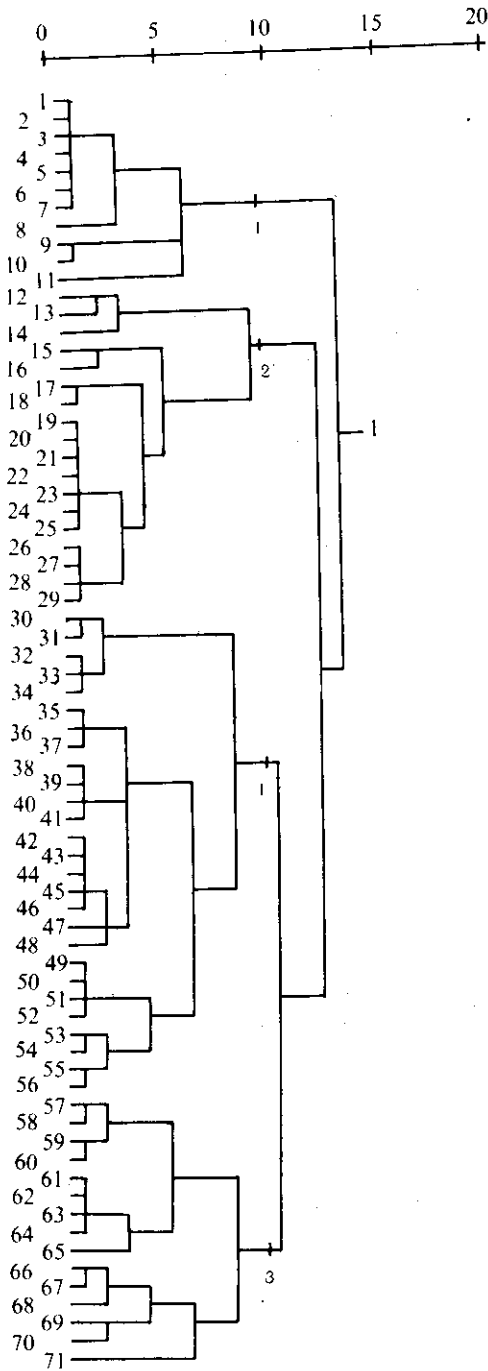


图3

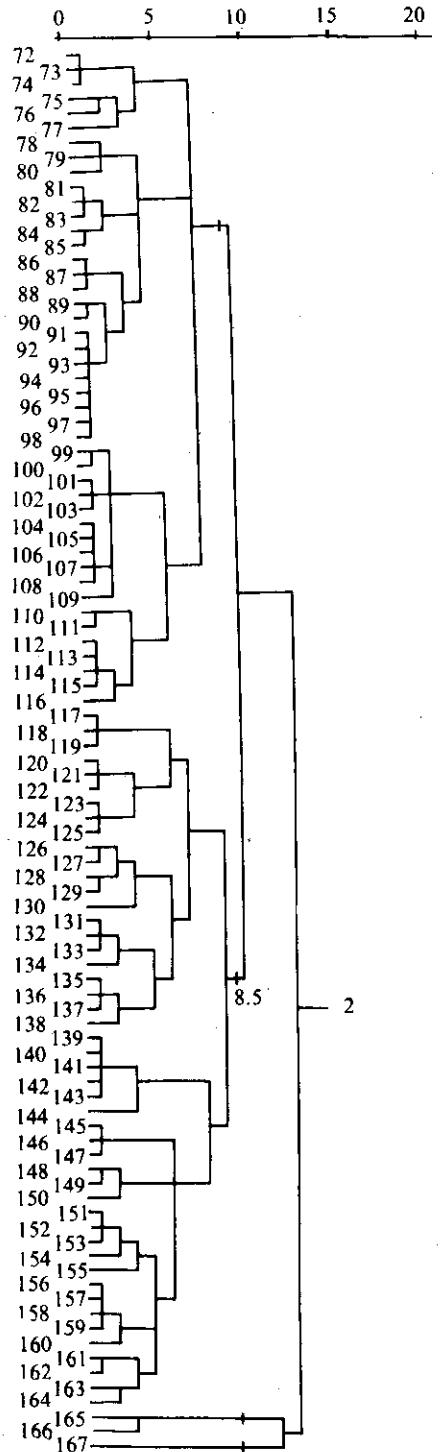


图4

图 3 狐茅类(Festucoid)幼苗聚类树状图

Fig. 3 The dendrogram showing the clustering of taxa of the Festucoid type seedings

1. *Aristida queenslandica* 2. *Aristida nitidula* 3. *Aristida muelleri* 4. *Aristida. pruinosa* 5. *Aristida Uagans*
6. *Aristida helicophylla* 7. *Aristida gracilipes* 8. *Aristida acuta* 9. *Danthonia racemosa* 10. *Danthonia tenuior*
11. *Microlaena stipoides* 12. *Secale cereale* 13. *Triticum aestivum* 14. *Hordeum vulgare*
15. *Avena fatua* 16. *Avena sativa* 17. *Achnatherum extremicorientalis* 18. *Achnatherum sibiricum* 19. *Elymus sibiricus*
20. *Elymus dahuriens* 21. *Elymus junceus* 22. *Elymus nutans* 23. *Elymus angustus* 24. *Aneurolepidium chinensis*
25. *Aneurolepidium dasystachys* 26. *Psathyrostachys juncea* 27. *Hordeum bogdani*
28. *Hordeum leporinum* 29. *Hordeum brevisubulatum* 30. *Bromus unioloides* 31. *Bromus arenarius*
32. *Bromus inermis* 33. *Bromus japonicus* 34. *Bromus catharticus* 35. *Lolium multiflorum* 36. *Festuca Arundinacea*
37. *Lolium perenne* 38. *Roegneria kamoji* 39. *Elytrigia repens* 40. *Agropyron smithii* 41. *Agropyron cristatum*
42. *Agropyron trichophorum* 43. *Agropyron desertorum* 44. *Agropyron sibiricum* 45. *Agropyron pectinatum*
46. *Agropyron mongolicum* 47. *Agropyron scabrum* 48. *Arrhenatherum etatius* 49. *Dichelachne micratha*
50. *Agrostis avenacea* 51. *Agrostis capillaris* 52. *Echinopogon ovatus* 53. *Puccinellia manchuriensis*
54. *Puccinellia chinampoensis* 55. *Agrostis gigantea* 56. *Puccinellia tenuiflora* 57. *Festuca ovina*
58. *Festuca rubra* 59. *Phleum pratense* 60. *Phalaris arundinecea* 61. *Poa pratensis* 62. *Poa trivialis* 63. *Poa compressa*
64. *Poa annua* 65. *Dactylis glomerata* 66. *Stipa scabra* 67. *Stipa aristighumis* 68. *Stipa verticillita*
69. *Vulpia bromoides* 70. *Poa cheelii* 71. *Poa labillardieri*

图 4. 黍类(Panicoid)幼苗聚类树状图

Fig. 4. The dendrogram showing the clustering of taxa of the Panicoid type seedlings.

72. *Eriachne pallescens* 73. *Eriachne aristides* 74. *Eriachne stipacea* 75. *Enneapogon gracilis* 76. *monachather papadoxa*
77. *Ancistrachne uncinulata* 78. *Ottochloa gracillima* 79. *Panicum pygmazum*
80. *Rhyncheletrum repens* 81. *Setaria italica* 82. *Setaria viridis* 83. *Urochloa panicoides* 84. *Panicum milliaceum*
85. *Urochloa mosambicensis* 86. *Entolasia stricta* 87. *Entolasia whiteana* 88. *Entolasia marginata*
89. *Setaria pumila* 90. *Setaria pallidifusca* 91. *Digitaria recta* 92. *Digitaria decubens* 93. *Panicum whitet*
94. *Panicum schinzii* 95. *Panicum decompositum* 96. *Panicum trichoides* 97. *Panicum subxerophilum*
98. *Panicum maximum* 99. *Paspalum conjugatum* 100. *Digitaria didactyla* 101. *Digitaria diminuta*
102. *Digitaria ciliaris* 103. *Digitaria violascens* 104. *Digitaria ramularis* 105. *Digitaria ctenantha*
106. *Digitaria baileyi* 107. *Digitaria porrecta* 108. *Digitaria bicornis* 109. *Arundinella nepalensis* 110. *Eulalia fulva*
111. *Ischaemum villosum* 112. *Brachiaria ruzizensis* 113. *Brachiaria brazantha* 114. *Brachiaria foliosa*
115. *Brachiaria fasciculat* 116. *Brachiaria eruciformis* 117. *Cenchrus ciliaris* 118. *Cenchrus pennisetiformis*
119. *Cenchrus echinatus* 120. *Eremochloa binaculata* 121. *Chrysopogon latifolius* 122. *Chrysopogon fallax*
123. *Eriochloa pseudoacrotricha* 124. *Eriochloa crebra* 125. *Eriochloa procera* 126. *Paspalum distichum*
127. *Paspalum longifolium* 128. *Paspalum urvillei* 129. *Paspalum dilatatum* 130. *Axonopus compressus*
131. *Pennisetum clandestinum* 132. *Pennisetum alopecuroides* 133. *Pennisetum setaceum* 134. *Pennisetum americanum*
135. *Paspalidium radiatum* 136. *Paspalidium distans* 137. *Paspalidium jubiflorum* 138. *Alloteropsis semialata*
139. *Sorghum verticilliflorum* 140. *Sorghum sudanence* 141. *Sorghum halepense* 142. *Sorghum laxiflorus*
143. *Sorghum propinquum* 144. *Sorghum vulgare* 145. *Echinochloa colonum* 146. *Echinochloa lacunaria*
147. *Echinochloa crusgalli* 148. *Brachiaria miliiformis* 149. *Capillipedium spicegerum*
150. *Spodiopogon sibiricus* 151. *Bothriochloa decipiens* 152. *Bothriochloa ischaemum* 153. *Bothriochloa bladhii*
154. *Imporata cylindrica* 155. *Neurachne munroi* 156. *Dichanthium annulatum* 157. *Dichanthium aristatum*
158. *Dichanthium tenue* 159. *Dichanthium sericeum* 160. *Cymbopogon refractus* 161. *Themeda australis*
162. *Themeda trinandra* 163. *Heteropogon contortus* 164. *Isheilema macratherum* 165. *Oplismenus compositum*
166. *Oplismenus aemulus* 167. *Zea mays*

变的演化。冰草属植物的幼苗既有中胚轴伸长的种,又有不伸长的种,它是中胚轴伸长的早熟禾超族和无中胚轴的大麦超族幼苗的过渡类型,鹅观草属和偃麦草属也有类似情况。Macfarlane等(1982)认为早熟禾超族中的剪股颖族Agrostideae与大麦超族的关系最近,本文以幼苗性状为基础的聚类分析中将剪股颖属、刺猬草属和毛羽草属的幼苗聚在混合类型中。

除个别种外,大部分同属的种在较低水平(聚合水平为 $\leq 2.0$ )上就聚到了一起,说明用幼苗性状进行聚类分析,可分到属这一分类水平上。

狐茅类幼苗聚入了芦竹亚科和竹亚科的幼苗。表明在幼苗性状上,这些亚科相应属与狐茅亚科的植物幼苗性状相似,同时也反映了这些属在系统发育上与狐茅亚科的植物有一定的亲缘关系。在很多分类系统中这些属被放入了狐茅亚科中。如将针茅族植物(Stebbins等1961; Parodi 1961; Clayton 1978)、扁芒草属植物(Clifford等1967)和三芒草属(Hitchcock 1951)放入狐茅亚科。在Tateoka(1957)之前垂穗草属被放在狐茅亚科的藜草族Phalarideae内, Tateoka将其分出来放在Ehrharteae这一族中。Watson等(1976)未将其放到任何一个分类组中,当作遗留问题放在最后。但Watson等(1985)将其放入了竹亚科的稻超族Oryzaneae中。

然而,以上这些属的植物与狐茅亚科的植物又有所不同。如本文所测的幼叶表皮细胞类型,针茅属和芨芨草属为狐茅和黍型的混合型,三芒草属和扁芒草属为黍型;叶横切面,针茅属、芨芨草属和扁芒草属为狐茅型,三芒草属为黍型(De Wet 1960);胚体类型,针茅属和芨芨草属为狐茅型,三芒草属和扁芒草属为黍型(De Winter 1965; Mlada 1977)。以幼苗性状为基础的聚类分析也反映出这种不同,由三芒草属、扁芒草属和垂穗草属植物幼苗组成的第一亚聚合单位在较高的水平上(聚合水平为12.5)与另三个亚聚合单位分开。

## (二) 第二聚合单位——黍类Panicoid 幼苗

第二聚合单位含黍亚科Panicoidae所有种的幼苗、芦竹亚科的鹧鸪草属*Eriachne*和*Monachather*,以及画眉草亚科Eragrostidoideae的冠芒草属*Enneapogon*植物的幼苗。其特点是中胚轴伸长,即使在暴光条件下也伸长。具中胚轴根且占优势,盾片及胚根鞘节根不出现。第一叶长椭圆状披针形、长椭圆状倒披针形或匙形,两边不平行,斜伸或平卧,先端渐尖,不沿任何方向旋转。第一叶长宽比较小,平均为8.95。第一叶片及叶鞘7脉以上,胚芽在胚芽鞘内蜷卷且边缘重叠。第二、三叶狭披针形、长椭圆状披针形或披针形,先端渐尖。胚芽鞘较短,平均5.29mm,不及狐茅类幼苗胚芽鞘长度的一半。主要依靠中胚轴的伸长推胚芽出土(图2: d, e)。一般第五叶之后出现第一分蘖,第一分蘖多数出自第二叶鞘。

第二聚合单位(图4)是由四个亚聚合单位(聚合水平为8.5)组成,其中一个亚聚合单位仅含一个种,另一个亚聚合单位含两个种,其余两个亚聚合单位分别含45和48个种。含一个种的亚聚合单位的种是栽培玉米*Zea mays*,与同亚科其它种相比较为特殊,幼苗个体在所有幼苗中表现为最大。第一叶最宽,平均16.4mm;叶脉最多,平均130.6条;胚芽鞘最长,平均41.6mm。含两个种的亚聚合单位中的种是来自热带雨林中的球米草属*Oplismenus*的两个种,也是两个特殊的种,表现为中胚轴最长,分别为



56.3 和 41.6mm; 第一叶长宽比最大, 平均 1.3。两个含特殊种的亚聚合单位在较高的水平(聚合水平为 12.0)上与另两个亚聚合单位合并。

含45个种的亚聚合单位聚入了鹧鸪草属、冠芒草属、钩草属 *Ancistrachne*、露子草属 *Ottochloa*、黍属 *Panicum*、红毛草属 *Rhyncheletrum*、狗尾草属 *Setaria*、尾稃草属 *Urochloa*、马唐属 *Digitaria*、野枯草属 *Arundinella*、金茅属 *Eulalia*、鸭嘴草属 *Isheilema*、臂形草属 *Brachiaria*、*Entolasia* 和 *Monachather*。其大多数为黍超族 *Panicanae* 的属。这一亚聚合单位中聚入了芦竹亚科鹧鸪草属和 *Monachather* 的幼苗及画眉草亚科冠芒草属的幼苗, 这三个属与钩草属一起组成了一个独立的次级聚合单位(聚合水平为 6.0), 其共同特点是不具中胚轴根, 在黍类幼苗中是比较独特的。冠芒草属尽管被 Watson 等 (1985) 放入画眉草亚科中, 但 Hilu 等 (1982) 将其聚入了黍亚科中。Clifford 等 (1967) 提出冠芒草属的位置应在画眉草亚科和黍亚科之间。幼叶表皮细胞性状表现为画眉草型和黍型的过渡类型。幼苗性状表现为黍类。

含 48 个种的亚聚合单位聚入了蒺藜草属 *Cenchrus*、假俭草属 *Eremochloa*、金须茅属 *Chrysopogon*、稗属 *Echinochloa*、雀稗属 *paspalum*、狼尾草属 *Pennisetum*、类雀稗属 *Paspalidium*、毛颖草属 *Alloteropsis*、蜀黍属 *Sorghum*、野黍属 *Eriochloa*、大油芒属 *Spodiopogon*、细柄草属 *Capillipedium*、孔颖草属 *Bothriochloa*、白茅属 *Imperata*、地毯草属 *Axonopus*、双花草属 *Dichamtnium*、香茅属 *Cymbopogon*、菅属 *Themeda*、黄茅属 *Heteropogon*、*Neurachne* 和 *Ischaemus* 植物的幼苗。该亚聚合单位包含所收集到的除玉蜀黍属、金茅属和鸭嘴草属之外的所有蜀黍超族 *Andropogonanae* 的属, 同时还含有黍超族中第一叶为长椭圆状倒披针形的幼苗。此亚聚合单位由两个低一级(聚合水平为 7.5) 聚合单位组成, 其中一个聚合单位大部分为

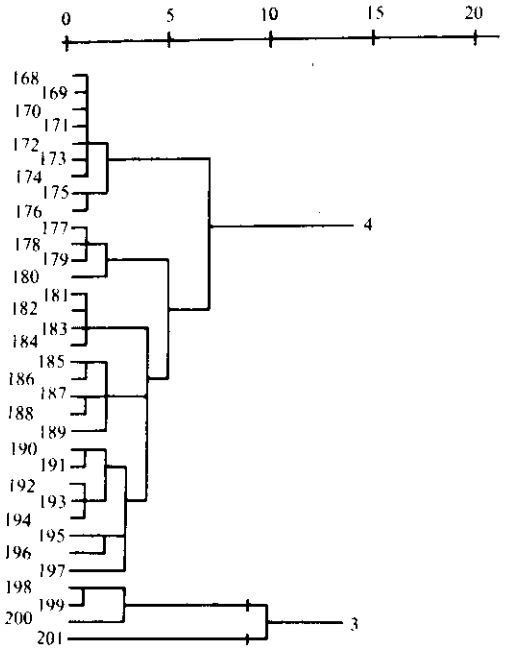


图 5 画眉草类(Eragrostidoid) (上)和竹类(Bambusoid) (下) 幼苗聚类树状图

Fig. 5. The dendrogram showing the clustering of taxa of the Eragrostidoid type (upper) and Bambusoid type (lower) seedlings.

- 168. *Eragrostis megalosperma* 169. *Eragrostis longi pedicellata* 170. *Eragrostis bahiensis* 171. *Eragrostis curvula* 172. *Eragrostis elongata* 173. *Eragrostis microcarpa* 174. *Eragrostis tennifolia* 175. *Eragrostis xerophila* 176. *Eragrostis tenellula* 177. *Chloris virgata* 178. *Chloris truncata* 179. *Chloris ventricosa* 180. *Chloris gayana* 181. *Sporobolus fertilis* 182. *Sporobolus africanus* 183. *Sporobolus laxus* 184. *Sporobolus elongatus* 185. *Dactyloctenium radulus* 186. *Tragus australianus* 187. *Dinebra retroflexa* 187. *Dinebra retroflexa* 188. *Astrebrea lappacea* 189. *Diplachne reptatrix* 190. *Eleusine indica* 191. *Eleusine tristachya* 192. *Triodia pungens* 193. *Zoysia japonica* 194. *chloris minutus* 195. *Phragmites australis* 196. *Enteropogon acicularis* 197. *Cynodon dactylon* 198. *Oryza sativa* 199. *Oryza minuta* 200. *Leesia hexandra* 201. *Phyllostachys bambusoides*

黍超族植物的幼苗,占种的数量的86.4%。另一聚合单位大部分为蜀黍超族植物的幼苗,占种的数量的84.6%。

除个别种外,黍类幼苗大部分同属的种在最低或次低级聚合单位中聚到了一起。

### (三) 第三聚合单位——竹类(Bambusoid)幼苗

该聚合单位聚入了除垂穗草属外收集到的具有萌发能力的竹超族 *Bambusanae* 和稻超族 *Oryzanae* 的四种植物幼苗(图5:下),其中竹超族一个种,稻超族三个种。第三聚合单位树状图表明,竹超族和稻超族植物幼苗分别聚在两个亚聚合单位内(聚合水平9.0)。尽管竹超族和稻超族的植物存在着很大差异,许多分类系统中将这两类植物划为亚科级——竹亚科和稻亚科(Prat 1960; Parodi 1961; Stebbins 等 1961; Gould 等 1983)。但这两类植物在很多方面又有其共同的特点,如每朵可孕小花雄蕊都为6枚(Stebbins 1956)、染色体基数为 $X=12$ (Avdulov 1931)、具有相似的胚体结构(Reeder 1957)、种子胚乳都含复合淀粉粒(Tateoka 1962)、有相似的叶横切面解剖结构(Brown 1958)。因而,在一些分类系统中将这两类植物放在一起(Tateoka 1957; Clayton 1978; Campbell 1985; Watson 等 1985)称之为竹亚科。本文对这四种植物幼叶表皮细胞的观察,认为表皮细胞结构相似。4种植物幼苗都缺第一叶片,禾本科植物中只出现在竹类和稻类植物中,可能是系统发育过程中趋同适应热带潮湿生境的结果。Hilu 等(1982)认为这两类植物在进化中来自同一祖先。以幼苗性状为基础的聚类分析结果表明,至少在系统发育早期这两类植物有更多的相似点。但这两类植物幼苗也存在着一定的差异,刚竹属 *Phyllostachys* 幼苗三叶期中胚轴不伸长,只有一条初生根。第一、二叶只有叶鞘,无完整叶片(图1:f)。稻属 *Oryza* 和假稻属 *Leersia* 幼苗中胚轴伸长,无中胚轴根,胚芽鞘节根占优势,仅第一叶为不完整叶(图1:g)。因而,在聚类分析中属于两个超族的植物幼苗在较高水平(取合水平为10.0)上才聚到一起,说明进化路线上又有所差异。尽管收集到4种竹超族的植物种子,发芽者只有刚竹属1种,但大量研究(Hoshikawa 1969; Soderstrom 1981; 王世金等 1983)证明,竹超族其它植物的幼苗性状与刚竹属植物的幼苗性状一致。

### (四) 第四聚合单位——画眉草类(Eragrostidoid)幼苗

此聚合单位包含除冠芒草属之外收集到的所有画眉草亚科的植物幼苗和芦竹亚科芦苇属 *Phragmites* 的植物幼苗。其特点为中胚轴伸长,暴光条件下不伸长,大部分无中胚轴根,胚芽鞘节根占优势。第一叶条形,两边近平行,先端急尖,斜伸,不沿任何方向旋转。第一叶长宽比平均11.69,第一叶片及叶鞘具5—7(9)脉,叶脉清晰。胚芽在胚芽鞘内蜗卷,边缘相接或重叠。第二和三叶条形、条状披针形或披针形,先端渐尖。胚芽鞘短,平均为2.60mm,主要靠中胚轴的伸长将胚芽送出土面(图2:h)。幼苗五叶期出现第一分蘖,第一分蘖一般出自第二叶鞘内。

第四聚合单位聚类树状图(图5:上)表明,画眉草类幼苗在较低水平上(聚合水平为7.0)聚到一起,故本聚合单位内幼苗之间的差异较小。此聚合单位可分为两个亚聚合单位(聚合水平为6.0),其中一个亚聚合单位聚入了画眉草属 *Eragrostis* 所有9个种,画眉草属植物幼苗在画眉草类幼苗中比较特别,9个种中有7个种具中胚轴根,大部分幼苗具盾片及胚根鞘节根。而画眉草类其它幼苗都不具中胚轴根,且无盾片及胚根鞘节

根。另一亚聚合单位含肠须草属 *Enteropogon*、狗牙根属 *Cynodon*、芦苇属、稩属 *Eleusine*、猫鼠刺属 *Triodia*、结缕草属 *Zoysia*、龙爪茅属 *Dactyloctenium*、锋芒草属 *Tragus*、双稩草属 *Diplachne*、鼠尾粟属 *Sporobolus*、虎尾草属 *Chloris*、*Dinebra* 和 *Astrebra* 的幼苗。此亚聚合单位中,若以 3.5 的聚合水平打线,分为四个小聚合单位,一个是虎尾草属的 4 个种,另一个为鼠尾粟属的 4 个种。另两个比较复杂,其中一个含龙爪茅属、双稩草属、锋芒草属、*Dinebra* 和 *Astrebra*, 另一个含肠须草属、狗牙根属、芦苇属、稩属、猫鼠刺属和结缕草属。

画眉草类幼苗中聚入了芦竹亚科的芦苇属植物的幼苗,这主要是其幼苗性状表现为相似,叶脉较清晰,裸眼很容易辨清叶脉数,在所有收集到的禾本科植物的幼苗中只画眉草亚科的大部分种、三芒草属和芦苇属植物的幼苗具这一特征。另外,幼叶表皮细胞脉间长细胞壁弯曲,硅细胞马鞍形,副卫细胞半圆形,与画眉草亚科植物幼叶表皮细胞相同。

高级聚合单位中(图 1),画眉草类幼苗与竹类幼苗的相似点较大,首先在 15.0 聚合水平上聚在一起,这与 Watson 等(1985)以成株性状为基础的聚类分析相符。之后,这两类幼苗与黍类幼苗在 18.0 的聚合水平上聚到了一起。这三个集中分布于热带和亚热带的禾本科植物的幼苗首先聚在一起,说明在进化上具有相似的适应性,反映了其在进化中的关系。最后这三类幼苗在 25.0 的聚合水平上与集中分布于温带及高寒地带的禾本科植物的幼苗——狐茅类幼苗聚到了一起,说明狐茅类幼苗与其它三类幼苗之间差异性最大,具有完全不同的进化路线和适应方式。

整个聚类树状图(图 1)反映的幼苗类型比较清楚地反映了禾本科植物在分类学中的高级分类单位——狐茅亚科、黍亚科、竹亚科和画眉草亚科的关系和位置。除芦竹亚科之外,幼苗最高级聚合类型基本上与系统分类中的亚科相吻合。

芦竹亚科是 Tateoka (1957)将难于放在竹亚科、狐茅亚科、画眉草亚科和黍亚科任一亚科内的各不相同的属放在一起建立的。这类禾本科植物在某一性状上表现为属某一亚科(如属狐茅亚科),而在另一性状上则表现为属另一亚科(如属黍亚科)。Renvoize (1981)进一步论证了不适于放在其它 4 个亚科内的 72 个异质性的属可作为一个独立的自然分类单位——芦竹亚科存在,内含 8 个族。Conert(1983)认为本亚科仅包含三个族(Arundineae、Danthonieae 和 Cortaderiae)。但目前一般认为芦竹亚科应包含三芒草族 Aristideae 和针茅族 Stipeae 在内(Tateoka 1957; De Winter 1965; Renvoize 1981; Campbell 1985; Watson 等 1985; Barkworth 等 1986),我们赞同这一观点。芦竹亚科的植物在很多方面都表现出其复杂性,如叶表皮双细胞微毛黍型或狐茅型,叶横切面解剖结构狐茅型,叶表皮硅细胞狐茅型、黍型或画眉草型,气孔副卫细胞黍型或画眉草型(Watson 等 1976),染色体基数  $X=12(6)$ ,属竹、稻型(Sharma 1979),光合途径以  $C_3$  途径为主(Gould 等 1983),胚体类型为虎尾草—画眉草型(Reeder 1962)。本文所收集到芦竹亚科 7 个属的 20 个种的植物幼苗分别被聚到了狐茅亚科、黍亚科和画眉草亚科植物为主的狐茅类、黍类和画眉草类幼苗当中。鉴于芦竹亚科是由不适于放在其它亚科的异质性植物建立的亚科,并且与其它亚科之间有着错综复杂的穿插现象,加之白垩纪地层中属于芦竹亚科的芦竹属 *Arundo*、芦苇属和针茅属植物化石的发现(MacNeal 1958; Lesquereux 1968),因而,本文推测芦竹亚科可

能是一个比较原始的亚科,此亚科的植物残留着以上各亚科植物的部分性状,或者说以上各亚科的植物是由芦竹亚科的某些植物经过某一类性状的特化而来的。芦竹亚科的植物在进化上较狐茅亚科、黍亚科和画眉草亚科的植物早,其它3个亚科是在芦竹亚科的基础上进化来的。Clayton(1981)通过对禾本科植物光合途径的分析,也得到过类似的结论。

以禾本科植物幼苗性状为基础的聚类分析还表明,除个别种外,同属的种在较低的聚合水平上就可聚在一起。亚科之下超族或族这一级分类单位在亚聚合单位中大致能够反映出来,只是出现了一些超族与超族之间过渡类型的聚合单位或偏重于某一超族的聚合单位,这主要是幼苗之间的相似性大于相异性的结果。

## 结 论

1. 对201种禾本科植物60个幼苗性状的聚类分析,将禾本科植物幼苗分为4个大类——狐茅类(Festucoid)、黍类(Panicoid)、竹类(Bambusoid)和画眉草类(Eragrostidoid)幼苗。这四个大类所代表的种基本上与系统分类中的亚科相吻合。

2. 芦竹亚科的植物幼苗被分别聚到了狐茅类、黍类和画眉草类幼苗中。本文推测芦竹亚科是一个比较原始的亚科,此亚科的植物残留着狐茅亚科、黍亚科和画眉草亚科的部分性状,或者说其它三个亚科是由芦竹亚科的某些植物经过某一类性状的特化而来的。

3. 除个别种外,同属的种在较低的聚合水平上聚在同一聚合单位之内。同一超族或族在亚聚合单位或亚聚合单位之下低一级的聚合单位中大致能够反映出来。

4. 禾本科植物的幼苗性状与其它性状(具有分类学意义)一样,在禾本科植物分类中具有重要的分类学意义。

### Appendix: Seedling Characters of The Grasses

- |   |   |
|---|---|
| 1. Elongation of the mesocotyl under light (planting depth 0mm)<br>present (1) absent (0)                   | 11. Length of epicotyl (intra-coleoptile internode)<br>(mm)   |
| 2. Length of the mesocotyl (planting depth 10mm)<br>(mm)  | 12. Apex of first leaf<br>acuminate (2) acute (1)<br>blade of first leaf absent (0)                 |
| 3. Scutellum and coleorhiza node root number  | 13. Coleoptile<br>loose (1) tight (0)   |
| 4. Mesocotyl root number  | 14. Appling of second leaf<br>before maturing of first leaf (1)<br>after maturing of first leaf (0) |
| 5. Coleoptile node root number  | 15. Abaxial surface of first leaf sheath<br>hairy (1) glabrous (0)                                  |
| 6. Appearing of coleoptile node roots<br>earlier than mesocotyl roots (1)<br>later than mesocotyl roots (0) | 16. Abaxial surface of second leaf sheath<br>hairy (1) glabrous (0)                                 |
| 7. Length of coleoptile (mm)  | 17. Margins of sheath of first leaf<br>hairy (1) glabrous (0)                                       |
| 8. Diameter of coleoptile (mm)  |   |
| 9. Length/diameter ratio of coleoptile  |   |
| 10. Colour of coleoptile<br>purple (1) green or white (0)   |   |

18. Margins of sheath of second leaf  
hairy (1) glabrous (0)
19. Adaxial surface of blade of first leaf  
hairy (2) glabrous (1)  
first leaf without blade (0)
20. Adaxial surface of blade of second leaf  
hairy (2) glabrous (1)  
second leaf without blade (0)
21. Abaxial surface of blade of first leaf  
hairy (2) glabrous (1)  
first leaf without blade (0)
22. Abaxial surface of blade of second leaf  
hairy (2) glabrous (1)  
second leaf without blade (0)
23. Margins of blade of first leaf  
stiffhairy (3) tomentose (2)  
glabrous (1) first leaf without blade (0)
24. Margins of blade of second leaf  
stiffhairy (3) tomentose (2)  
glabrous (1) second leaf without blade (0)
25. Juncture of blade and sheath of first leaf  
hairy (1) glabrous (0)
26. Juncture of blade and sheath of second leaf  
hairy (1) glabrous (0)
27. Plumula in coleoptile  
folding and margins meeting (3)  
rolling and margins meeting (2)  
rolling and margins overlapping (1)  
without plumula (0)
28. Twisting of first leaf after appearing from  
coleoptile  
counterclockwise (3) clockwise (2)  
not twisting (1) first leaf without blade (0)
29. Orientation of first leaf before appearing of  
second leaf  
vertical and bending at apex (4) vertical (3)  
ascendant (2) horizontal (1)  
first leaf without blade (0)
30. Orientation of first leaf after appearing of  
second leaf  
vertical and bending at apex (4) vertical (3)  
ascendant (2) horizontal (1)  
first leaf without blade (0)
31. Shape of first leaf  
narrowly linear (5) linear (4)  
oblong-oblong (3)
19. Adaxial surface of blade of first leaf  
oblong-lanceolate (2) spatulate (1)  
first leaf without blade (0)
32. Young leaves  
all with blade and sheath (2)  
first and second leaf lacking blade (1)  
only first leaf lacking blade (0)
33. Young blades  
with stipe (1) without stipe (0)
34. Dominant roots  
coleoptile node roots (2) mesocotyl roots (1)  
scutellum and coleorhiza node roots (0)
35. Apex of first leaf  
similar to that of second one (2)  
dissimilar to that of second one (1)
36. Shape of second and third leaves  
narrowly linear or linear (3) linear-lanceolate (2)  
oblong (1) second leaf without blade (0)
37. Vein number of sheath of first leaf
38. Vein number of blade of first leaf
39. Length of blade of first leaf (mm)
40. Width of blade of first leaf (mm)
41. Length/Width ratio of blade of first leaf
42. Length/Width ratio of blade of second leaf
43. Leaf number when first tiller appears
44. Which sheath first tiller appearing from
45. Ligule of first leaf  
hairy (2) membranous (1) absent (0)
46. Young leaf sheaths  
compressed (1) not compressed (0)
47. Veins of first leaf  
indistinct (2) distinct (1) first leaf without blade (0)
48. Number of young leaves at the time jointing of  
the stem
49. Which sheath the stem jointing from
50. Young leaves  
folding (1) not folding (0)
51. Margins of first leaf  
not parallel (2) parallel (1)  
first leaf without blade (0)
52. Length of mesocotyl/length of coleoptile ratio
53. Macrohairs on abaxial epidermis of young leaves  
present (1) absent (0)

54. Bicellular microhairs on abaxial epidermis of young leaves  
present and obtuse at the apex (2)  
present and pointed at the apex (1) absent (0)
55. Prickles on abaxial epidermis of young leaves  
present (1) absent (0)
56. Papillae on abaxial epidermis of young leaves  
present (1) absent (0)
57. Short-cell over veins of abaxial epidermis of young leaves  
present (1) absent (0)
58. Walls of intercostal long cells on abaxial epidermis of young leaves  
straight (1) sinuate (0)
59. Silica bodies on the abaxial epidermis of the young leaves  
dumb-bell-shaped (3) elongated (2)  
dumb-bell-shaped, nodular or papilionaceous (1)  
saddle-shaped (0)
60. Subsidiary cells on abaxial epidermis of young leaves  
parallel-sided (2) dome-shaped (1) triangular (0)

## 参 考 文 献

- [1] 王世金、敦本兆, 1983: 我国主要禾本科植物幼苗发育基本类型与系统分类. 植物分类学报, 21: 1—17.
- [2] 达尔文著(1859), 马君武译 1956: 物种起源. 商务印书馆, 北京.
- [3] 耿以礼主编, 1959: 中国主要植物图说(禾本科). 科学出版社, 北京.
- [4] Avdulov, N. P. 1931: Kargo-systematios Untersuchungen der Familie Gramineen. *Bull. Appl. Bot. Suppl.* 44: 428.
- [5] Barkworth, M. E. and Everett, J. 1986: Evolution in the Stipeae: Identification and relationships of its monophyletic taxa. In Soderstrom, T. R. et al. (ed.): *Grass Systematics and Evolution*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. London. 251—264.
- [6] Beetle, A. A. 1955: The four subfamilies of the Gramineae. *Bull. Torrey Bot. Club* 82: 196.
- [7] Brown, W. V., Heimsch, C. and Emery, W. H. P. 1957: The organization of the grass shoot apex and systematics. *Amer. J. Bot.* 44: 590—595.
- [8] Brown, W. V. 1958: Leaf anatomy in grass systematics. *Bot. Gaz.* 119: 171—178.
- [9] Campbell, C. S. 1985: The subfamilies and tribes of Gramineae (Poaceae) in the southeastern United States. *J. Arn. Arb.* 66: 123—199.
- [10] Clayton, W. D. 1978: Gramineae. In V. H. Heywood (ed): *Flowering Plants of the World*. Oxford University Press, New York, 285—290.
- [11] Clayton, W. D. 1981: Evolution and distribution of Grasses. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 5—14.
- [12] Clifford, H. T. and Goodall, D. W. 1967: A numerical contribution to classification of Poaceae. *Aust. J. Bot.* 15: 499—519.
- [13] Clifford, H. T., Williams, W. T. and Lance, G. N. 1969: A further numerical contribution to the classification of Poaceae. *Aust. J. Bot.* 17: 119—131.
- [14] Clifford, H. T. and Stephenson, W. 1975: *An Introduction to Numerical Classification*. Academic Press, London.
- [15] Clifford, H. T. and Watson, L. 1977: *Identifying Grasses: Data, Method and Illustration*. University of Queensland Press. ST. Lucia, Qld. 146.
- [16] Conert, H. J. 1983: Poaceae. In H. J. Conert et al. (ed): *Hegi illustrierte flora von Mitteleuropa*. Paul Parey, Berlin, Hamburg. 1: 81—160.
- [17] De Wet, J. M. J. 1958: Additional chromosome number in transveal grasses. *Cytologia* 23: 113—119.
- [18] De Wet, J. M. J. 1960: Culm anatomy in relation to taxonomy. *Bothalia* 7: 311—316.
- [19] De Winter, B. 1965: The South African Stipeae and Aristideae (Cramineae). *Bothalia* 8: 201—404.

- [20] Gould, F. W. and Shaw, R. B. 1983: *Graes Systematics*. 2nd ed. A & M University Press. Texas. 397.
- [21] Hilu, K. W. and Wright, K. 1982: Systematics of Gramineae: A cluster analysis study. *Taxon* **31** (1): 9 — 36.
- [22] Hitchcock, A. S. 1951: *Manual of Grasses of the United States*. 2nd ed. (Revised by A. Chase) U. S. Dept. Agric. Misc. Publ. 200.
- [23] Hoshikawa, K. 1969: Underground organs of the seedlings and the systematics of Gramineae. *Bot. Gaz.* **130**: 192 — 203.
- [24] Hubbard, C. E. 1934: Gramineae. In J. Hutchinson (ed.): *Families of Flowering Plants II*. Macmillan & Co. London. 199 — 292.
- [25] Hubbard, C. E. 1966. Gramineae. In J. C. Willis (ed): *A Dictionary of Flowering Plant and Ferns*. 8th Ed. Revised by H. K. Airyshaw, Cambridge University Press. 284 — 348.
- [26] Jaques-Felix, H. 1962: Les Graminees (Poaceae) d' Afrique Tropicale. I: Generalites, classification, description des genres. Institute de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrieres. *Bull. Soi.* **8**: 1 — 25.
- [27] Kuwabara, Y. 1968: Systematics and autecological studies on grasses. Especially on taxonomic characters of grass seedlings. *Soc. Argentina Bot.* **12**: 316 — 323.
- [28] Lesquereux, L. 1968: On some Cretaceous fossil plant from Nebraska. *Amer. J. Sci.* **46**: 91 — 105.
- [29] Macfarlane, T. D. and Watson, L. 1982: The classification of Poaceae subfamily Pooideae. *Taxon* **31** (2) : 179 — 203.
- [30] MacNeal, D. L. 1958: The flora of the upper Cretaceous woodbine sand in Denton County, Texas. *Mono. Phil. Aca. Sci.* **10**: 1 — 152.
- [31] Mlada, J. 1977: The histological structure of grass embryos and its significance for the taxonomy of the family Poaceae. *Acta Universitatis Carolinae—Biologica* 1974, **1977** (6) : 51 — 156.
- [32] Parodi, L. R. 1961: La taxonomia de las Gramineae Argentinas a la luz de las investigaciones mas recientes. *Recent Advance in Bot.* **1**: 125 — 130.
- [33] Prat, H. 1936: La systematique des Graminees. *Ann. Sci. Nat. Bot.* **X**: 18: 165 — 258.
- [34] Prat, H. 1960: Vers une classification naturelle des Graminees. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **107**: 32 — 79.
- [35] Reeder, J. R. 1957: The embryo in grass systematics. *Amer. J. Bot.* **44**: 756 — 768.
- [36] Reeder, J. R. 1961: The grass embryo in systematics. *Rec. Adv. Bot.* **1**: 91 — 96.
- [37] Reeder, J. R. 1962: The Bambusoid embryo: A reappraisal. *Amer. J. Bot.* **49**: 639 — 641.
- [38] Renvoize, S. A. 1981: The subfamily Arundinoideae and its position in relation to a general classification of the Gramineae. *Kew Bull.* **36**: 85 — 102.
- [39] Sharma, M. L. 1979: Some considerations on the phylogeny and chromosomal evolution in grasses. *Cytologia* **44**: 679 — 685.
- [40] Soderstrom, T. R. 1981: Some evolutionary trends in the Bambusoideae (Poaceae). *Ann. Missouri Bot. Gard.* **68**: 15 — 47.
- [41] Stebbins, G. L. 1956: Cytogenetics and evolution of grass family. *Amer. J. Bot.* **43**: 890 — 905.
- [42] Stebbins, G. L. and Crampton, B. 1961: A suggested revision of the grass genera of temperate North America. *Rec. Adv. Bot.* **1**: 133 — 145.
- [43] Tateoka, T. 1957: Miscellaneous papers on the phylogeny of Poaceae (10). Proposition of a new phylogenetic system of Poaceae. *Jap. J. Bot.* **32** (9): 275 — 278.
- [44] Tateoka, T. 1962: Starch grains of endosperm of grass systematics. *Bot. Mag. Tokyo* **75**: 377 — 383.
- [45] Tsvelev, N. N. 1989: The system of grasses (Poaceae) and their evolution. *Bot. Rev.* **55**(3): 141 — 203.

- [46] Ward, J. H. Jr. 1963: Hierarchical grouping to optimise an objective function. *J. Amer. Statist. Ass.* **58**: 236 — 244.
- [47] Watson, L. and Clifford, H. T. 1976: The major groups of Australian grasses: A guide to sampling. *Aust. J. Bot.* **24**: 489 — 507.
- [48] Watson, L., Clifford, H. T. and Dallwitz, M. J. 1985: The classification of Poaceae: subfamilies and supertribes. *Aust. J. Bot.* **33**: 433 — 484.

### Bibliography of Chinese Systematic Botany

This bibliography is written in English and Chinese covering the fields of systematic botany, phytogeography, conservation biology, economic (mainly medicinal) botany and other botanical branches of systematic importance. Works on Chinese mosses, ferns and seed plants from 1949 to 1990 are included, which are over 7000 in number, each with an English abstract. The Chinese serials concerned are more than 300, which are abbreviated and provided with useful information such as variation in titles, volumation, dates, etc. In addition, this bibliography contains nine indexes and lists, which would be very helpful to the readers who are interested in hundreds of Chinese herbaria and their abbreviations, thousands of Chinese botanists, over a hundred volumes of Chinese floras and their contents, and a large number of Chinese plants of scientific and economic importance.

**Authors:** Chen Sing-chi, Li Jiao-lan, Zhu Xiang-yun and Zhang Zhiyun

**Publisher:** Guangdong Science & Technology Press, Guangzhou 510075, China

**Price:** US \$ 98.00 (de luxe edition), 260 × 185mm, 820pp. **Freightage:** Seamail to all countries US \$ 10.00; Airmail to all countries US \$ 20.00

#### CONTENTS:

REFERENCE LIST OF SERIAL ABBREVIATIONS

INDEX OF CHINESE SERIAL TITLES

AUTHORS AND TITLES

#### APPENDIX:

1. FLORA REIPUBLICAE POPULARIS SINICAE (FLORA OF CHINA) (1) VOLUMES, DATES, EDITORS AND FAMILIES; (2) GENERA, SPECIES NUMBERS AND AUTHORS.
2. LOCAL FLORAS.
3. CHINESE HERBARIA.
4. HERBARIUM ABBREVIATIONS.
5. CHINESE AUTHORS.

INDEX (GENERAL, REGIONAL, SYSTEMATIC)