

根结线虫数值分类方法的筛选研究^{*}

梁宁^{*} 马国骥^{**} 冯志新
(植物保护系)

摘要 本研究对 *Meloidogyne* 属 60 个 OTUS 和 18 项分类性状分别进行 Q 分类和 R 分类, 结果表明: Q 分类以在切比雪夫距离上用中间距离法进行聚类效果最佳, 能概括和直观地表达根结线虫的表相关系; R 分类在马氏距离上用中间距离法聚类能很好地表达数量性状之间、质量性状之间以及数量性状与质量性状之间的表相关系。Q 分类结果还表明, 60 个 OTUS 的单位距离(种间) 不存在属的差异, 应取消 *Hypoperine* 属, 原 *Hypoperine* 属中的种均应归属于 *Meloidogyne* 属; *M. incognita uortellei* 并非是 *M. incognita* 的亚种, 应提升为独立的一个种。

关键词 线虫; 数值分类; 计算机; *Meloidogyne*; *Hypoperine*

1983 年 Healett 等^[1]对 *Meloidogyne Goeldi*, 1887^[2]属 52 个种及一个亚种进行聚类分类, 但因所选性状少及不具代表性, 分类结果不理想。本研究试图筛选一种适于 *Meloidogyne* 属线虫的聚类方法, 探讨数值分类对此属的应用效果。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 硬件

主机: IBM PC/XT 兼容机——TAXAN, 内存容量 640K 单元。

外部设备: Riteman R-1200 9 针行印机, 20MK 硬盘一台, TAXAN KX-1201-E 12 吋单色显示器一台, 5 1/4 软盘驱动器两台。

1.1.2 软件

IBM PC DOS 3.01, BASIC, d BASE III plus

1.1.3 数据库材料

源自己发表的 56 种根结属线虫 (*Meloidogyne*) 和 4 种 *Hypoperine sledge & Golden*, 1964 线虫的新种描述资料。种名名录见表 1。

^{*} 现在广东省农科院水稻研究所工作
现在壳牌公司(中国)工作
1992-03-02 收稿

表1 根结线虫种类统计表

编号	种	类	中文名	编号	种	类	中文名
1	<i>M. mayaguensis</i>			31	<i>H. spartinae</i>		透明根结线虫
2	<i>M. enterolobii</i>			32	<i>M. subarctica</i>		微钩根结线虫
3	<i>M. kralli</i>			33	<i>M. lordelloi</i>		洛得洛根结线虫
4	<i>M. salasi</i>			34	<i>M. lucknowica</i>		
5	<i>M. propora</i>		前孔根结线虫	35	<i>M. Inornata</i>		
6	<i>M. californiensis</i>			36	<i>M. microtyla</i>		小突根结线虫
7	<i>M. fujianensis</i>		福建根结线虫	37	<i>M. marylandi</i>		
8	<i>M. suginamiensis</i>			38	<i>M. maritima</i>		
9	<i>M. natallei</i>			39	<i>M. elegans</i>		华美根结线虫
10	<i>M. aquatilis</i>			40	<i>M. jinanensis</i>		济南根结线虫
11	<i>M. sewelli</i>		秀威尔根结线虫	41	<i>M. decalineata</i>		花纹根结线虫
12	<i>M. pini</i>			42	<i>M. ethiopica</i>		
13	<i>M. sinensis</i>		中华根结线虫	43	<i>M. indica</i>		
14	<i>M. microcephala</i>			44	<i>M. megadora</i>		巨大根结线虫
15	<i>M. cruciani</i>			45	<i>M. exigua</i>		短小根结线虫
16	<i>M. carolinensis</i>		卡罗纳纳根结线	46	<i>H. acronea</i>		
17	<i>M. artiellia</i>		甘蓝根结线虫	47	<i>H. ottersoni</i>		蓟草根结线虫
18	<i>M. klkuyensis</i>			48	<i>M. deconincki</i>		美丽根结线虫
19	<i>M. nanasi</i>		饲料草根结线虫	49	<i>M. litoralis</i>		
20	<i>M. ardenensis</i>			50	<i>M. oteiface</i>		葛藤根结线虫
21	<i>M. oryzae</i>		水稻根结线虫	51	<i>M. acronea</i>		高粱根结线虫
22	<i>M. graminicola</i>			52	<i>M. arenaria</i>		花生根结线虫
23	<i>M. african</i>		非洲根结线虫	53	<i>M. brevicauda</i>		短尾根结线虫
24	<i>M. platani</i>			54	<i>M. coffeicola</i>		咖啡根结线虫
25	<i>M. hispanica</i>			55	<i>M. hapla</i>		北方根结线虫
26	<i>M. christiei</i>			56	<i>M. incognita</i>		南方根结线虫
27	<i>H. graminis</i>		禾本科根结线虫	57	<i>M. Javanica</i>		爪哇根结线虫
28	<i>M. chitwoodi</i>		赤特武根结线虫	58	<i>M. tadshikistanica</i>		塔克根结线虫
29	<i>M. ovalis</i>		卵形根结线虫	59	<i>M. thamesi</i>		泰晤士根结线虫
30	<i>M. mali</i>		苹果根结线虫	60	<i>M. incognita wartellei</i>		南方根结线虫 瓦忒勒亚种

1.2 方法：本文对60种根结线虫分类性状的选择，皆为形态学上的特征，包括以下三个方面：1. 外部形态：包括雌虫体长 (L)、最大体宽 (W)、口针长 (S)、基部球宽 (SW)、背食道腺开口至口针基部球长 (DGO)、体型 (BOS)。2. 雌虫外生殖器：阴门裂长 (VL)、尾端区刻点 (PU)、会阴区线纹密度 (STR)、会阴区图纹 (PPS)、背弓形态 (DA) 背弓线纹类型 (DS)、侧线数目 (LLE)、侧线清晰度 (LLD)、会阴区线纹类型 (PPX)、背弓高度 (DOA)。3. 雌虫比例值： $\frac{\text{体长}}{\text{最大体宽}}$ (A)、 $\frac{\text{排泄孔至前端}}{\text{口针长}}$ (RES)，共18项。各性状性质见表2。

表2 18项分类性状及类型

类 型	质 量 性 状									
性 体	尾端区	会阴区	会阴区	背弓	背弓	侧线	侧线	会阴区	背弓	
状 型	刻点	线纹	密度	弓形	线纹	数目	清晰	线纹	高度	
代号	KOS	PU	STR	PPS	DA	DS	LLE	LLD	PPX	DOA

续上表

类 型	数 量 性 状						比 例 值	
性 体	最大	口	基部	背食道腺	阴门			
状 长	体宽	针	球宽	开口至口	裂长		体长 最大体宽	排泄孔至前端 口针长
代号	L	W	S	SW	DGO	VL	A	RES

研究首先采用主成分分析法^[1],找出几个综合因子代表原来18项分类性状,用以得到的几个综合指标作为分类变量进行聚类运算。最后,为了了解各个性状间的关系,对分类性状进行R分类。

主成分分析运算从标准化数据开始,本研究在贡献率为80%时取9个主成分,以主成分分析得到的9个综合指标作为分类变量进行各种聚类运算:采用欧氏距离计算了离差平方和法、中间距离法;采用切比雪夫距离计算了中间距离法、最远距离法、组平均法^[1]。

R分类将标准化数据矩阵转置后对18个分类性状进行运算,采用马氏距离与中间距离法配合^[1]。

2 结果

2.1 主成分分析结果表明:随着特征值的增加,累积贡献率增长平缓,直到第9个特征值时才达到80%,贡献率在各特征值之间的分散说明根结线虫种类变异具有多向性,在不同演化方向上产生多类群的结合。特征值见表3。

表3 特征值表

NO	特 征 值	百 分 率	累 计 率
1	2.796 0	0.155 3	0.155 3
2	2.300 9	0.127 8	0.283 2
3	1.992 4	0.110 7	0.393 9
4	1.560 6	0.086 7	0.480 6
5	1.448 4	0.080 5	0.626 8
6	1.183 8	0.065 8	0.626 8
7	1.128 3	0.062 7	0.689 5
8	0.971 3	0.054 0	0.743 4
9	0.889 6	0.049 4	0.792 8
10	0.731 2	0.040 6	0.833 5
11	0.723 3	0.040 2	0.873 7
12	0.598 3	0.033 2	0.906 9
13	0.419 2	0.023 3	0.930 2
14	0.373 1	0.020 7	0.950 9
15	0.346 1	0.019 2	0.970 1
16	0.301 4	0.016 7	0.986 9
17	0.154 5	0.008 6	0.995 5
18	0.081 7	0.004 5	1.000 0

取累计百分率为0.80,则选取主成分数M=9。

2.2 Q分类结果表明：以切比雪夫距离与中间距离法配合效果最佳，见图1，分浓图清晰。由图1可见：各个种的种间距离并不存在属的差异，只是属内种间差异；*M. incognita* Kofoid & white, 1919与 *M. incognita wartellei* Golden & Birchfield, 1978在分浓图上表相关系较远，不应为种与亚种的关系，应是两个独立的种。

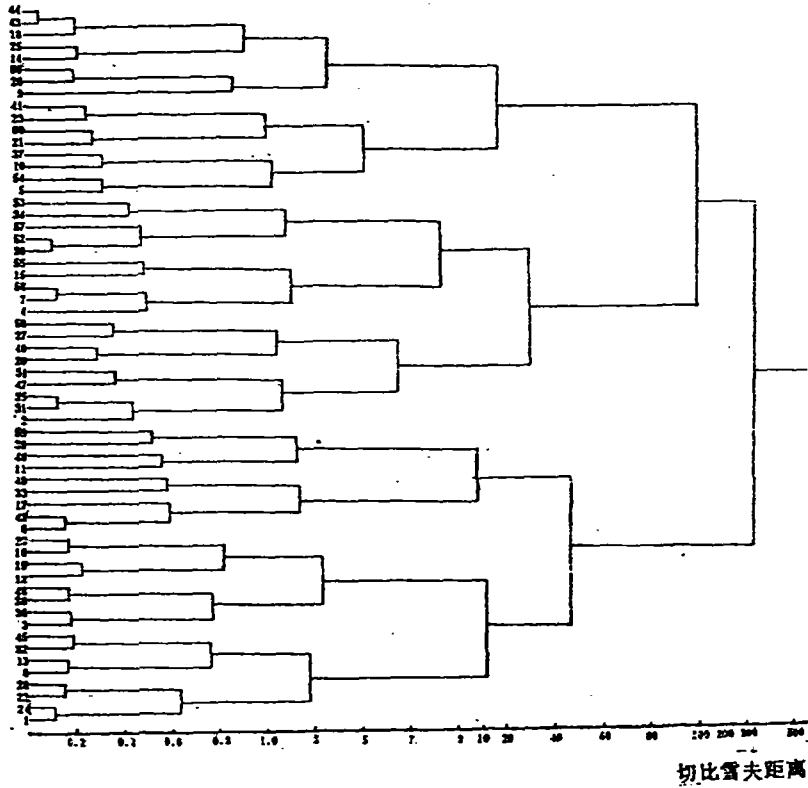


图1 系统聚类法 中间距离法

采用切比雪夫距离与最远距离法、组平均法配合、欧氏距离与离差平方和法、中间距离法配合效果皆不理想，分浓图呈不同程度的链式连接，重心偏移度大或呈非单调性。

2.3 R分类结果：通过运算，得出在马氏距离上进行中间距离法聚类的分浓图，见图2，反映了不同性质性状之间的关系：质量性状（8-10，12-18）之间的距离很大，数量性状（1-7，11）之间的距离小。

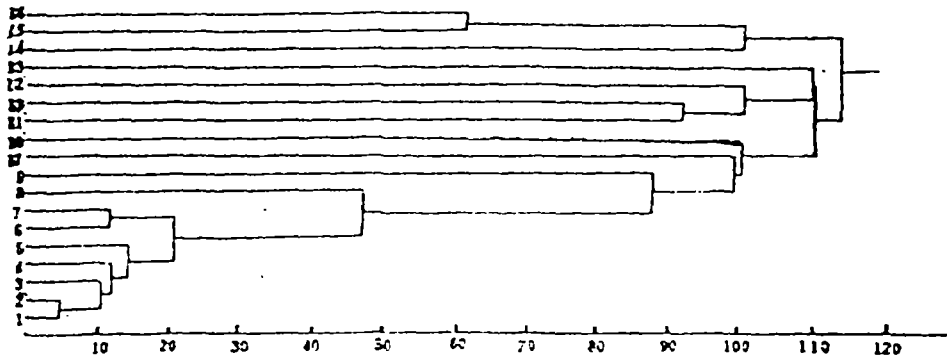


图2 系统聚类法 中间距离法

3 讨论

1983年 Healett^[4]对 *Meloidogyne* 属52个种和一个亚种进行聚类分析,但因选用性状少与不准,分浓图呈链状连接,效果不好。

通过全面筛选,我们找出18个分类性状,又用主成分分析法找出9个综合性状替代原来众多性状,减小了性状间的相关性,之后,再进行多种聚类分析比较,得到一个理想的分浓图。与 Healett 比较,本研究选用的性状多,性状间相关性小,且含质量性状,最终得到的分浓图清晰,形成几个聚类中心,从而找到了一种适于根结线虫的数值分类方法。同时,主成分分析结果还表明:随着特征值的增加,累积贡献率增长平缓,直到第9个特征值时才达到80%。贡献率在各特征值间的分散说明根结线虫种类变异具有多向性,在不同演化方向上产生多类群的结合,形成几个聚类中心,这一点与图1的成聚状况是一致的。

1964年 Sledge 和 Golden^[1]组建新属 *Hypsoperine*, 其分类位置在 *Heterodera* 和 *Meloidogyne* 间,偏向于后者。同时并将 *M. acronex* Coetzee, 1956从 *Meloidogyne* 属移到 *Hypsoperine* 属,成为 *H. acronex* (Coetzee, 1956) Sledge & Golden, 1964, 1986年 Siddiqi^[6]曾将 *Hypsoperine* 当作 *Meloidogyne* 的一个亚属。由分浓图1可见:60个 OTUS 的单位距离不存在属的差异,只是属内种间差异。因此,我们认为没有必要建立 *Hypsoperine* 属,目前的 *H. graminis*, Sledge & Golden, 1964^[7] *H. spartiinae* Rau & Fassuliotis, 1965^[5]、*H. otterson* Throne, 1969^[9]、*H. acronex* 均应归在 *Meloidogyne* 属中。1978年 Golden 将 *M. incognita wartellei* Golden & Birchfield, 1978^[3]定为 *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949^[2]亚种,从图1看,二者的表相关系较远,所以我们认为 *M. incognita wartellei* 应从亚种地位提升为独立的种,这一点与 Taylor^[6] (1987) 的观点是一致的。

从 R 分类结果可见:质量性状间的距离很大,相互之间相关性小;数量性状之间的距离小,相互间相关性大,独立性弱。质量性状较独立,在分类上所起作用大,若从鉴定角度出发,则其权重应较大。

参 考 文 献

- 1 罗积玉等,微机用多元统计分析软件。成都:四川科学技术出版社 1986 544
- 2 Chitwood B C. Root-knot nematodes - Part I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887 Proc Helm Soc Wash, 1949, 16; 90~104
- 3 Golden A M et al. *Meloidogyne incognita wartellei* n. subsp. (*Meloidogyne*), A Root-knot Nematode on Resistant

- Soybeans in Louisiana. *J of Nematology*, 1978, 10 (3): 270~277
- 4 Healett T E et al. Monographs—monografias synopsis of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887 *Nematologica*, 1983, 13 (1): 79~102
 - 5 Rau G J et al. *Hypsoperine spartinae* n. sp., a gall—forming nematode on the roots of smooth cordgrass. *Helminthol soc*, 1965, 32 (2): 159~162
 - 6 Siddiqi M Commonwealth Bureau, Farnham, Royal, Slough SL2 3Bn. United Kingdom, 1986, ix+645
 - 7 Sledge E B et al. *Hypsoperine graminis*, a new genus and species of plant—parasitic nematode. *Helminthol. Soc*, 1964, 31 (1): 83~88
 - 8 Taylor A L. Identification and estimation of root—knot nematode species in mixed population. *Bulletin*, 1978, 12: 73
 - 9 Throne S *Hypsoperine ottersoni* sp. n. instesting canary grass, *Phacaris arundinacea* Reed in wisconsin. *Proc Helminthol Soc wash*, 1969, 36 (1): 98~103

STUDIES ON SELECTION IN NUMERICAL TAXONOMY METHODS
OF THE NEMATODE GENUS MELOIDOGYNE WITH HYPSEPERINE
(Nematoda: Heteroderoidea)

Liang Ning Ma Guoji Feng Zhixin
(Plant Protection Department)

Abstract During the study of the numerical taxonomy, 60 OTUs and 18 characters have been studied and analyzed by means of Q—classification and R—classification, respectively, 3 methods of numerical taxonomy and 11 operations have been analyzed. The best method for Q—cluster of *Meloidogyne* is the median cluster based on the distant of Tschebyscheff, by which the phenetical relationships of the species are graphically summerized and directly perceived and for R—cluster is median cluster based of distance of P. C. Mahalanobis, by which the phenetical relationship between the quantitative characters, the qualtative ones and between the quantitative and the qualitative are well expressed. It has a similar result as the one of the stuby on weights. The study results of Q—cluster show that there is no differentiation of genus among 60 OTUs between unit distances (interspecies), the genus *Hypsoperine* should belong to genus *Meloidogyne*. Next, *H. acronea* and *M. acronea* not gethering in a group until $D=400$, probably should not be the same species but two individuals. In addition, *M. incognita wartellei* and *M. incoginta* meet in a group only on $D=20$, that means they have an rather close relationship.

Key words Nematode; Numerical taxonimy; Computer; Meloedogyne; Hypsoperine