

76-80

第20卷 第3期
1992年8月西北农业大学学报
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.3
Aug. 1992

麦草栽培平菇菌株的模糊聚类分析

钟雪美¹ 薛知文² 杜双田¹

(1 西北农业大学, 陕西杨陵·712100)

(2 陕西师范大学, 陕西西安·710062)

S646.110.3

摘 要 应用生物学效率、发菌天数及子实体等性状指标, 对麦草栽培平菇 16 个菌株的模糊聚类分析结果归为八类。其中第一类的 8141、8148、8132 三个菌株发菌期短、产量高、质量好, 与实际生产较为一致。同时分出了具有一定规律性的过渡型类别, 为优良菌株选育和生产提供理论依据和新的信息。

关键词 菌株, 模糊聚类分析, 生物学效率, 平菇, 麦草, 栽培

中图分类号 S646.9, Q159, S11

麦草是陕西省主要农作物秸秆, 资源非常丰富。利用麦草栽培平菇(*Pleurotus ostreatus*)确是变废为宝的一种经济有效途径, 而菌种性能的优劣又是平菇产量高低的关键。10 多年来, 陕西省由各地引进和自选平菇品种很多, 但绝大多数适于棉籽壳栽培, 而麦草与棉籽壳相比, 质地坚硬, 表面有一层难以分解利用的蜡质层, 因而所选用菌株必须分解能力强, 具备优质、速生、高产、稳产和抗逆能力强等特性。然而这些特性间的定量刻化并没有明确的外延, 各特性间的界限亦不十分明显, 具有明显的模糊性。为此, 我们利用模糊集论给出的数学方法, 对麦草栽培平菇菌株动态进行分析, 为选择高产、优质的麦草栽培平菇菌株提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 供试菌株

菌株编号和来源 8120 (佛罗里达)引自陕西省蔬菜所; 8131 (A38)引自陕西微生物所; 8132 采自麦草栽培菇体组织分离获得; 8138 采自宝鸡天王野生菇分离而得; 8141 (枣平)引自山东农科院; 8143 采自户县菇体组织分离; 8148 引自山东农科院; 8152 引自西北农大园艺系 A387; 8153 引自北京农大 11 号; 8154 采自宝鸡胡店乡野生菇分离; 8156 引自西安市农科所; 8158 (P82)引自江苏铜山县食用菌所; 8159 引自河南农科院; 8160 (上海白平菇)引自上海农科院; 8172 引自陕西勉县农技中心; 8174 引自河北黄骅县。

1.2 试验方法

培养料为麦草 85%, 麸皮 10%, 玉米面 5%, 另加 1%过磷酸钙和 0.3%尿素。含水量 65%左右。采用 15 cm × 35 cm 的塑料袋袋栽。每个菌株 10 袋, 每袋装干料 300 g、常压灭菌, 两头接种置 24 ± 1℃ 下发菌。菌丝满袋后于 1 月 5 日 ~ 24 日相继移入室外半地下室双层薄膜大棚内出菇, 出菇温度为自然温度 7 ~ 22℃, 空气相对湿度为 85% ~ 90%。

文稿收到日期: 1992-01-18.

2 结果与分析

2.1 菌种指标的选取

菌种性能优劣的关键性指标是产量,可用生物学效率表示;发菌期长短表征菌丝生长速度和生活力的强弱,也体现平菇潜在的生产性能;子实体的商品性状是反映平菇品质的一个重要指标,尤其是菌盖与菌柄的重量比更能全面反映品质特征。故本文采用菌株的生物学效率(X_1)、发菌天数(X_2)及菌盖与菌柄的重量比(X_3)等指标进行菌株动态的模糊聚类分析。各指标的规格化变换值见表1。

表1 麦草栽培平菇菌种指标规格化变换值

序号	菌种编码	生物学效率 X_1	发菌天数 X_2	菌盖/菌柄 X_3	序号	菌种编码	生物学效率 X_1	发菌天数 X_2	菌盖/菌柄 X_3
①	8172	0.8715	2.2614	-0.9128	⑩	8143	-0.6971	-0.3351	-0.3935
②	8174	-0.0031	1.5080	-0.9561	⑪	8158	0.3995	-0.4378	-0.8695
③	8160	-1.9186	0.9943	-0.1772	⑫	8141	0.8923	-0.7491	-0.1988
④	8120	2.3082	0.9009	-1.0859	⑬	8148	0.6286	-0.7865	0.4719
⑤	8153	-0.9886	0.5491	1.5754	⑭	8131	-0.8567	-0.8736	0.4287
⑥	8156	-0.5513	0.1070	-0.2853	⑮	8152	-0.7040	-0.9048	-0.4801
⑦	8138	0.1635	0.0509	-0.5666	⑯	8159	-0.5722	-1.0978	1.2076
⑧	8154	0.4897	-0.0829	2.4620	⑰	8132	0.5383	-1.1040	-0.2204

* 数据规格化处理: $X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j}$, 式中 $\bar{X}_j$, S_j 表示 j 变量的均值与方差。

2.2 模糊相似阵(R)的建立

利用 X_1 , X_2 , X_3 来刻画菌株的特征,实质上是个三维空间中的点集,每个元素(各菌株)均是此三维空间中的一个点,令 d_{ij} 表示论域 U 中第 i 个元素(第 i 个菌株)与第 j 个元素(第 j 个菌株)之间的距离,则采用 d_{ij} 较为客观地反映两元素间的差异大小。

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^m |X_{ik} - X_{jk}| \quad (i, j = 1, 2, \dots, 16) \quad (1)$$

式中 m 表示特征值个数。

取论域 $U = \{\text{①}, \text{②}, \text{③}, \dots, \text{⑰}\}$, 其中①, ②, ..., ⑰分别代表 8172, 8174, ..., 8132 等 16 个菌株,建立 U 上的相似矩阵 $R = (r_{ij})$, 则

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 & i=j \\ 1 - c \cdot \sum_{k=1}^m |X_{ik} - X_{jk}| & i \neq j \end{cases} \quad (2)$$

式中 c 为使 r_{ij} 值压缩在 $[0, 1]$ 内的常数,本文取 $c = 0.1$, 显然, r_{ij} 越大,表示 i, j 间的关系越密切,越相似,反之差异越大。采用(1)、(2)式经计算机运算得 r_{ij} 值,则相似矩阵(R)为:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0.8329 & 0.5207 & 0.7030 & 0.3939 & 0.5795 & 0.6735 & 0.3899 & 0.5316 & 0.6786 & 0.6255 & 0.5325 & 0.3795 & 0.4826 & 0.3077 & 0.5609 \\ 0.8329 & 1 & 0.6792 & 0.6952 & 0.5524 & 0.7380 & 0.7987 & 0.4498 & 0.6900 & 0.7565 & 0.6090 & 0.5646 & 0.5380 & 0.6410 & 0.4661 & 0.6111 \\ 0.5207 & 0.6792 & 1 & 0.4771 & 0.6872 & 0.7637 & 0.6585 & 0.3875 & 0.7233 & 0.5558 & 0.5424 & 0.5023 & 0.6464 & 0.6583 & 0.5177 & 0.5402 \\ 0.7030 & 0.6952 & 0.4771 & 1 & 0.3690 & 0.5546 & 0.6486 & 0.3650 & 0.5066 & 0.6536 & 0.6047 & 0.5075 & 0.3546 & 0.4576 & 0.2827 & 0.5360 \\ 0.3939 & 0.5524 & 0.6872 & 0.3690 & 1 & 0.7260 & 0.6208 & 0.7003 & 0.6855 & 0.5180 & 0.5047 & 0.5944 & 0.7299 & 0.6206 & 0.7569 & 0.5024 \\ 0.5795 & 0.7380 & 0.7637 & 0.5546 & 0.7260 & 1 & 0.8948 & 0.6022 & 0.9304 & 0.7920 & 0.7614 & 0.7169 & 0.8000 & 0.8641 & 0.7281 & 0.7635 \\ 0.6735 & 0.7987 & 0.6585 & 0.6486 & 0.6208 & 0.8948 & 1 & 0.6511 & 0.8580 & 0.8972 & 0.8103 & 0.7659 & 0.7060 & 0.8090 & 0.6341 & 0.8124 \\ 0.3899 & 0.4498 & 0.3875 & 0.3650 & 0.7003 & 0.6022 & 0.6511 & 1 & 0.5706 & 0.6223 & 0.6270 & 0.7167 & 0.5829 & 0.5042 & 0.6669 & 0.6248 \\ 0.5316 & 0.6900 & 0.7233 & 0.5066 & 0.6855 & 0.9304 & 0.8580 & 0.5706 & 1 & 0.8325 & 0.7802 & 0.7358 & 0.8480 & 0.9337 & 0.7511 & 0.7823 \\ 0.6786 & 0.7565 & 0.5558 & 0.6536 & 0.5180 & 0.7920 & 0.8972 & 0.6223 & 0.8325 & 1 & 0.8525 & 0.8081 & 0.7010 & 0.8040 & 0.6291 & 0.8546 \\ 0.6255 & 0.6090 & 0.5424 & 0.6047 & 0.5047 & 0.7614 & 0.8103 & 0.6270 & 0.7802 & 0.8525 & 1 & 0.9028 & 0.7499 & 0.7967 & 0.6780 & 0.9270 \\ 0.5325 & 0.5646 & 0.5023 & 0.5075 & 0.5944 & 0.7169 & 0.7659 & 0.7167 & 0.7358 & 0.8081 & 0.9028 & 1 & 0.8384 & 0.7597 & 0.7752 & 0.8900 \\ 0.3795 & 0.5380 & 0.6464 & 0.3546 & 0.7299 & 0.8000 & 0.7060 & 0.5829 & 0.8480 & 0.7010 & 0.7499 & 0.8384 & 1 & 0.8907 & 0.8712 & 0.7726 \\ 0.4826 & 0.6410 & 0.6583 & 0.4576 & 0.6206 & 0.8641 & 0.8090 & 0.5042 & 0.9337 & 0.8040 & 0.7967 & 0.7597 & 0.8907 & 1 & 0.7988 & 0.8299 \\ 0.3077 & 0.4661 & 0.5177 & 0.2827 & 0.7569 & 0.7281 & 0.6341 & 0.6669 & 0.7511 & 0.6291 & 0.6780 & 0.7752 & 0.8712 & 0.7988 & 1 & 0.7455 \\ 0.5609 & 0.6111 & 0.5402 & 0.5360 & 0.5024 & 0.7635 & 0.8124 & 0.6248 & 0.7823 & 0.8546 & 0.9270 & 0.8900 & 0.7726 & 0.8299 & 0.7455 & 1 \end{pmatrix}$$

2.3 求模糊等价关系

R 满足自反性 ($r_{ii} = 1, i = 1, 2, \dots, 16$) 和对称性 $r_{ij} = r_{ji} = 1, i, j = 1, 2, \dots, 16$), 但并不满足传递性 ($r_{ij} \leq \lambda, r_{jk} \leq \lambda \Rightarrow r_{ik} \leq \lambda$), 而在模糊等价关系中的 λ -截关系阵中, 要求 R 必须满足以上三性, 为此, 我们采用传递闭包法改造 R 为模糊等价关系阵 R^* , 结果为:

$$R^* = \begin{pmatrix} 0.8329 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7167 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 \\ 0.8329 & 1 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7167 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 & 0.7987 \\ 0.7637 & 0.7637 & 1 & 0.7030 & 0.7569 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7167 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7637 & 0.7637 \\ 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 1 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 & 0.7030 \\ 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7030 & 1 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7167 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 & 0.7569 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 1 & 0.8948 & 0.7167 & 0.9304 & 0.8948 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8907 & 0.9304 & 0.8712 & 0.8546 \\ 0.7167 & 0.7987 & 0.6737 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8948 & 1 & 0.7167 & 0.8948 & 0.8972 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8907 & 0.8948 & 0.8712 & 0.8546 \\ 0.7987 & 0.7167 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.7167 & 0.7167 & 1 & 0.7167 & 0.7167 & 0.7167 & 0.7167 & 0.7167 & 0.7167 & 0.7167 & 0.7167 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.9304 & 0.8948 & 0.7167 & 1 & 0.8948 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8907 & 0.9337 & 0.8712 & 0.8546 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8948 & 0.8972 & 0.7167 & 0.8948 & 1 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8907 & 0.8948 & 0.8712 & 0.8546 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8546 & 0.8546 & 0.7167 & 0.8546 & 0.8546 & 1 & 0.9028 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8546 & 0.9028 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8546 & 0.8546 & 0.7167 & 0.8546 & 0.8546 & 0.9028 & 1 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8546 & 0.9028 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7337 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8907 & 0.8907 & 0.7167 & 0.8907 & 0.8907 & 0.8546 & 0.8546 & 1 & 0.8907 & 0.8712 & 0.8546 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.9304 & 0.8948 & 0.7167 & 0.9337 & 0.8948 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8907 & 1 & 0.8712 & 0.8546 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7937 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8712 & 0.8712 & 0.7167 & 0.8712 & 0.8712 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8712 & 0.8712 & 1 & 0.8546 \\ 0.7987 & 0.7987 & 0.7637 & 0.7030 & 0.7569 & 0.8546 & 0.8546 & 0.7167 & 0.8546 & 0.8546 & 0.9028 & 0.9028 & 0.8546 & 0.8546 & 0.8546 & 1 \end{pmatrix}$$

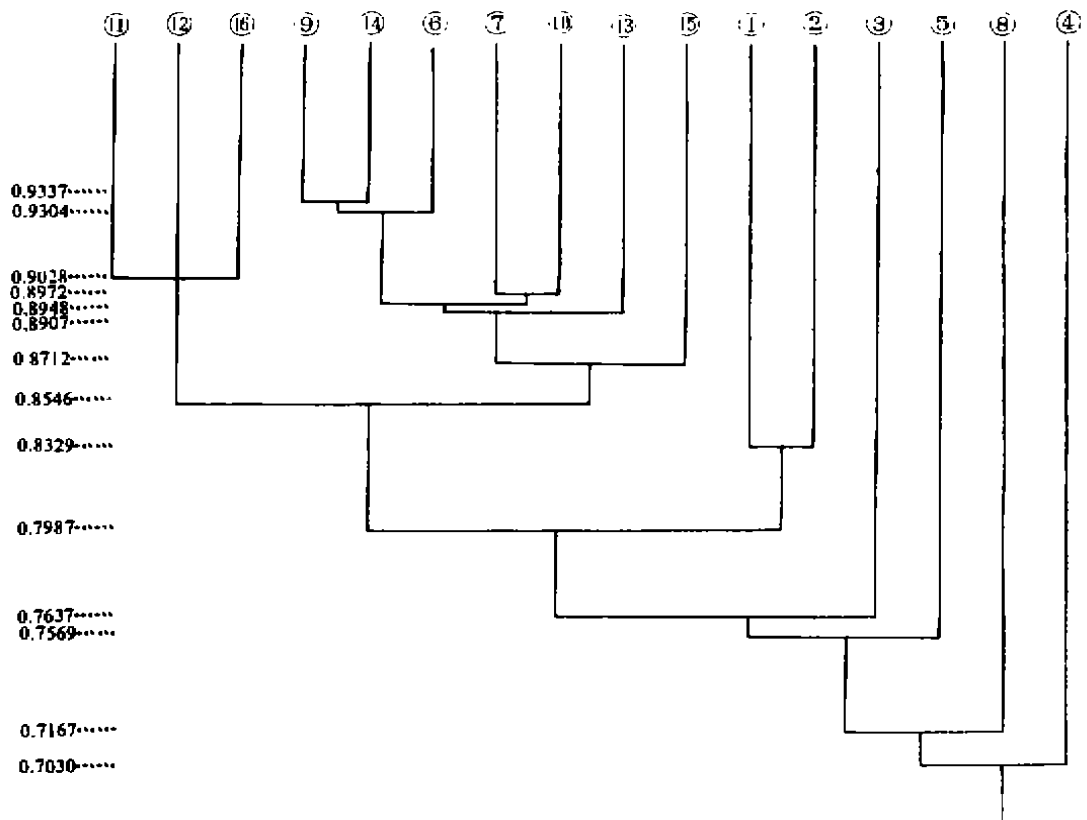
2.4 模糊聚类

令 $R_{\lambda}^* = (\lambda r_{ij}^*)$ 为 R^* 的 λ -截矩阵, $\lambda \in [0, 1]$, 则

$$\lambda r_{ij}^* = \begin{cases} 0 & (r_{ij}^* < \lambda) \\ 1 & (r_{ij}^* \geq \lambda) \end{cases}$$

则同行同列元素为 1 者为一类, 否则属不同类型, 这样在不同的 λ 水平下可以分为不同类型。由此可绘制出麦草栽培平菇的菌株动态聚类图(附图)。由图可见, 在一定的

精度上, 可用决定麦草栽培平菇菌株特征的一组指标(X_1, X_2, X_3)在模糊等价关系基础上较为客观地刻化了不同菌株在麦草栽培中的动态, 根据不同的 λ 水平, 将菌株分为不同的类型, 各类型具有共同的一组特性。



附图 麦草栽培平菇菌株动态聚类图

2.5 不同菌株在麦草栽培中的动态分析

根据动态聚类图和经验, 取 λ 为0.8712水平, 由此将16个菌株分为八类:

第一类: {8141, 8148, 8132}, 这一类菌株发菌期短, 产量高, 耐寒性能强, 子实体经济性状好, 是适宜于麦草栽培的优良菌株。

第二类: {8152, 8156, 8138, 8143, 8158, 8131, 8159}, 这一类菌株发菌期短, 产量中等, 耐寒性能一般, 子实体性状一般, 在特定条件下可以选用。

第三类: {8172}, 此菌株耐寒性能好, 产量高, 子实体性能一般, 但发菌天数太长, 从经济角度考虑不理想。

第四类: {8174}, 此菌株耐低温, 产量中等, 子实体性状欠佳, 发菌天数太长, 一般不宜采用。

第五类: {8160}, 产量太低, 耐寒性能差, 子实体性状欠佳, 不宜推广应用。

第六类: {8153}, 子实体性状较好, 但产量太低, 耐寒性也差, 不宜采用。

第七类: {8154}, 菌株发育期较短, 产量高, 耐寒性较好, 子实体经济性状也好, 但采自野生菇分离, 种性尚未稳定, 需作进一步试验。

第八类: {8120}, 产量高, 耐寒性好, 色白, 发菌天数中等, 但子实体经济性状不佳, 只能在部分地区推广使用。

3 讨 论

(1) 利用模糊聚类分析麦草栽培平菇菌株动态, 不仅能划分归属类别, 而且表现出归属类别的差异, 这为选择适于麦草栽培平菇提供理论依据, 也为连续的过渡性质的菌株利用提供合理的模式体系。

(2) 鉴于所选用菌株数量有限, 仅就 16 个菌株的特征进行综合分析, 得出了 8141, 8148, 8132 三个最佳候选菌株, 而第三至第八类中, 除 8160(第五类)各性状均差外, 其余各类均具有 1~2 个较好的性状, 但由于性状并不十分理想而限制其推广, 但可为杂交选择亲本提供理论根据。

(3) 关于分类特性的解释, 限于资料及研究范围, 本文只能从共同的几个特性方面加以解释, 至于进一步全面阐明, 需从生理生化机理方面作深入研究。

参 考 文 献

- 1 袁志发, 孟德顺, 周静华. 模糊数学在农林上的应用. 陕西杨陵: 天则出版社, 1990, 159~196
- 2 钟雪美, 杜又田. 麦草袋栽培平菇品比试验. 食用菌, 1990 (4): 17~18

The Fuzzy Cluster Analysis of *Pleurotus Ostreatus* Strains

Zhong Xuemei¹ Xue Zhiwen² Du Shuangtian¹

(¹Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

(²Shaanxi Normal University, Xi'an 710062)

Abstract Using the character indices of biological efficiency, days of mycelium growth and fruiting body, the results derived from the fuzzy cluster analysis of 16 *Pleurotus Ostreatus* strains cultured in wheat straw were finalized into 8 groups. Of which, three strains including 8141, 8148 and 8132 in the first group have shown the characteristics of short growth period, high yield and good quality, being in agreement with practical production. At the same time, a transition-type group with certain regularity is selected, thus, providing a theoretical basis and new information for the further selection and production of the strains.

Key words strain, fuzzy cluster analysis, biological efficiency