

程立君,胡志芳,郑洲泽,等. 应用多目标决策法对天麻种子萌发菌的评价[J]. 江苏农业科学,2016,44(7):266-267.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.075

# 应用多目标决策法对天麻种子萌发菌的评价

程立君<sup>1</sup>, 胡志芳<sup>2</sup>, 郑洲泽<sup>1</sup>, 顾顺香<sup>1</sup>, 和胜菊<sup>1</sup>

(1. 昭通学院化学与生命科学学院/云南省高校昭通高原特色农产品工程研究中心, 云南昭通 657000; 2. 昭通苹果产业研究所, 云南昭通 657000)

**摘要:**研究了5株萌发菌菌株的7个单一性状,结果显示,不同菌株各性状存在明显差异。为避免采用单一性状指标判断菌株的优劣造成偏差,运用基于熵权的多目标决策分析模型,结合模糊数学和熵的思想,对菌株进行综合评价,结果显示,5株萌发菌菌株由优到劣依次为MY-001 > MH-013 > 8103 > MY-002 > XCB017,为优良菌株的筛选提供了理论依据。

**关键词:**多目标决策;天麻;萌发菌

**中图分类号:** S567.23\*9.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0266-02

天麻(*Gastrodia elata* Blume)为名贵的传统中药,主治高血压、眩晕、头疼、口眼歪斜、肢体麻木、小儿惊厥等症<sup>[1]</sup>。天麻属兰科多年生共生草本植物,其种子细小如粉尘,无胚乳及其他营养贮备,无外源营养供给种子不能发芽,必须依靠小菇属(*Mycena*)一类真菌侵染后才能正常发芽<sup>[2]</sup>。研究表明,萌发菌的优劣是天麻有性繁殖栽培成败的关键所在<sup>[3]</sup>。笔者前期对昭通市乌天麻种子共生萌发菌进行了初步调查,分离得到了4株昭通市小草坝本地萌发菌。由于天麻生长周期长,一个完整的生长周期需要3年时间,因此建立科学的筛选决策方法对菌株进行筛选,缩短优良菌株的筛选周期,对指导天麻生产具有重要意义。本研究对菌株各主要性状进行初步测定,采用多目标决策方法<sup>[4-7]</sup>,建立多目标决策评价模型,对萌发菌菌株的优劣进行综合评价,旨在为菌种选育提供新的筛选方法。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

从昭通市小草坝野生蕨草根及野生天麻原球茎上分离获得4株本地萌发菌MY-001、MY-002、MH-013、XCB017,从陕西省汉中植物研究所获得一株萌发菌8103。供试乌天麻种子通过小草坝天麻交易购得乌天麻箭麻种实验室内培育抽薹、自花授粉后获得。

### 1.2 试验设计

参照冯云利等的方法<sup>[8]</sup>测定菌丝生长速度和生物量;参照徐锦堂等的方法<sup>[9]</sup>进行乌天麻种子萌发试验,记录乌天麻种子萌发时间、萌发率。大田试验于2014年6月—2014年12月在云南昭通学院实验地进行,采用箱栽方法,箱大小为80 cm × 60 cm × 40 cm,参照徐锦堂的方法<sup>[2]</sup>进行试验。2个月(2014年8月下旬)分别开箱检查乌天麻种子的萌发状

况,记录原球茎大小,6个月(2014年12月)分别开箱检查米麻的数量。每组处理设5个重复,参照彭述敏的方法<sup>[10]</sup>进行统计。参照周薇等的方法<sup>[11]</sup>对萌发菌进行评价,依据获得的原始信息建立评价矩阵,对评价矩阵进行无量纲处理,求出评价指标的熵、熵权,根据熵和无量纲化的矩阵得到各菌株的优劣值向量进行优劣综合评价。

## 2 结果与分析

### 2.1 5株萌发菌主要性状

由表1可知,各菌株性状指标存在明显差异。其中菌株8103的生长速率、生物量均最大;MY-001拌播种子后天麻种子最先开始萌发,种子萌发率最高,达77.62%;大田种植2个月MY-002拌播的原球茎平均长宽最大,达3.54 mm × 2.48 mm;MH-013拌播天麻种子6个月(2014年12月)得到的米麻数量最多。

### 2.2 采用多目标决策法对萌发菌进行评价

2.2.1 建立原始信息评价矩阵 按照各菌株的性状与测定的定量值相结合的原则,建立原始信息评价矩阵,其中n为菌株数(n=5),m为性状指标数量(m=7)。

$$R' = (r'_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} r'_{11} & r'_{12} & \cdots & r'_{1n} \\ r'_{21} & r'_{22} & \cdots & r'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r'_{m1} & r'_{m2} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.57 & 0.27 & 0.6 & 0.54 & 0.73 \\ 0.5464 & 0.2878 & 0.5760 & 0.4594 & 0.7168 \\ 24 & 26 & 25 & 39 & 28 \\ 77.62 & 23.24 & 72.77 & 4.38 & 48.45 \\ 3.1 & 3.54 & 2.94 & 1.0 & 2.21 \\ 2.32 & 2.48 & 2.3 & 1.0 & 0.87 \\ 198 & 58 & 205 & 18 & 129 \end{bmatrix}$$

2.2.2 对原始信息评价矩阵进行无量纲化处理 对R作无量纲化处理,方法见公式(1)。式中f<sub>ij</sub>为第j个菌株在第i个评价性状指标因子上的隶属度,(1)为望大型指标,(2)为望小型指标。

$$f_{ij} = \begin{cases} r_{ij}/r_{jmax} & r_{jmax} = \max(r_{ij}) (i=1,2,\dots,m) \\ r_{jmin}/r_{ij} & r_{jmin} = \min(r_{ij}) (i=1,2,\dots,m) \end{cases} \quad (1)$$

收稿日期:2016-03-13

基金项目:云南省高校昭通高原特色农产品工程研究中心项目(编号:16002)。

作者简介:程立君(1986—),男,湖南岳阳人,硕士,助教,现主要从事食用菌与中草药资源开发等研究工作。E-mail:chenglijun224@163.com。

表1 5株萌发菌主要性状测定结果

菌株	生长速率 (cm/d)	生物量 (g)	开始萌发时间 (d)	种子萌发率 (%)	原球茎长 (mm)	原球茎宽 (mm)	米麻数量 (个)
MY-001	0.57	0.546 4	24	77.62	3.10	2.32	198
MY-002	0.27	0.287 8	26	23.24	3.54	2.48	58
MH-013	0.60	0.576 0	25	72.77	2.94	2.30	205
XCB017	0.54	0.459 4	39	4.38	1.00	1.00	18
8103	0.73	0.716 8	28	48.45	2.21	0.87	129

根据公式(1)对R做无量纲处理后得到规范性评价矩阵F,其中性状因子种子的开始萌发时间为望小型指标,其他评价性状都为望大型指标。

$$F = (f_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.780 7 & 0.369 7 & 0.821 9 & 0.739 8 & 1.000 0 \\ 0.732 4 & 0.401 6 & 0.803 6 & 0.640 8 & 1.000 0 \\ 1.000 0 & 0.922 9 & 0.959 9 & 0.615 4 & 0.857 1 \\ 1.000 0 & 0.299 3 & 0.937 4 & 0.056 3 & 0.624 0 \\ 0.875 7 & 1.000 0 & 0.830 6 & 0.282 5 & 0.624 3 \\ 0.935 3 & 1.000 0 & 0.927 3 & 0.403 2 & 0.350 8 \\ 0.965 9 & 0.282 9 & 1.000 0 & 0.087 7 & 0.629 3 \end{bmatrix}$$

2.2.3 求评价指标的熵 由熵权法计算第i项指标(性状评价指标)下第j个对象(萌发菌菌株)的熵值Si。公式(2)中,  $k = \frac{1}{\ln n}$ ,各指标值比重  $P_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{j=1}^n f_{ij}}$ , (i=1,2,...,m;j=1,2,...,n),并规定当  $P_{ij}=0$  时,  $P_{ij} \ln P_{ij}=0$ 。

$$S_i = -k \sum_{j=1}^n P_{ij} \ln P_{ij}, (i=1,2,\dots,m;j=1,2,\dots,n)。 (2)$$

根据公式(2)求得各指标值的比重为:

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} 0.210 3 & 0.099 6 & 0.221 4 & 0.199 3 & 0.269 4 \\ 0.211 3 & 0.111 3 & 0.222 7 & 0.177 6 & 0.277 1 \\ 0.229 6 & 0.211 9 & 0.220 4 & 0.141 3 & 0.196 8 \\ 0.342 8 & 0.102 6 & 0.321 3 & 0.019 3 & 0.213 9 \\ 0.242 4 & 0.276 8 & 0.229 9 & 0.078 2 & 0.172 8 \\ 0.258 6 & 0.276 5 & 0.256 4 & 0.111 5 & 0.097 0 \\ 0.325 7 & 0.095 4 & 0.337 2 & 0.029 6 & 0.212 2 \end{bmatrix}$$

评价指标的熵为:  $S_i = (0.973 2, 0.975 4, 0.991 9, 0.852 2, 0.956 7, 0.947 6, 0.863 2)$ 。

2.2.4 求评价指标的熵权 第i个指标的熵权  $\omega_i$  计算方法见公式(3)。

$$\omega_i = \frac{1 - S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \quad 0 \leq \omega_i \leq 1 (i=1,2,\dots,m)。 (3)$$

评价指标的熵权  $\omega_i = (0.061 0, 0.055 9, 0.018 42, 0.336 2, 0.098 5, 0.119 1, 0.311 0)$ 。

由各评价指标的熵和熵权可知,当各评价对象在某指标上的值相差较大时,熵值越小,熵权越大,同时表明相对应的评价准则上的信息量越有效,即该性状的影响越大。由熵和熵权结果可知,各性状对萌发菌菌株影响由大到小依次为种子萌发率 > 米麻数量 > 原球茎宽 > 原球茎长 > 生长速率 > 生

物量 > 开始萌发时间。

2.2.5 求各菌株的优劣值向量 根据得到的熵权重和无量纲化的矩阵可得到各种质优劣值向量。

$$L_i = (L_1, L_2, L_3, L_4, L_5) = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5) \times \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}。 (4)$$

经计算的  $L_i = (0.942 9, 0.468 2, 0.931 1, 0.214 3, 0.641 4)$ ,显然L值越大,其综合评价价值越高,菌株越优良。由此可见,5株天麻种子萌发菌菌株由优到劣依次为 MY-001 > MH-013 > 8103 > MY-002 > XCB017。

### 3 结论与讨论

全国主要天麻种植区域每年都需要大量萌发菌进行有性繁殖,随着产业的发展和生产的需要,市场上销售的萌发菌种类非常多,而且性状不一。本研究供试的5株萌发菌菌株性状存在明显差异,8103菌株生长速率最快、生物量最大,MY-001拌播种子后最先开始萌发,MY-002大田种植2个月原球茎生长势最好,MH-0136个月拌播得到的米麻数量最多。可见通过某一性状来评价菌株的优劣有失公正,因此需要建立合适的方法,统筹各性状的特点来进行综合评价。多目标决策评价方法在农业领域应用较少,在菌种的选育上还未见相关报道。本研究通过对5株萌发菌菌株单一性状进行测定,基于熵权建立了多目标决策评价模型,结果显示,5株天麻种子萌发菌菌株由优到劣依次为 MY-001 > MH-013 > 8103 > MY-002 > XCB017。生产实践中由于干扰因素太多,运用多目标决策方法对菌株的优劣进行综合评价的结果是否具有科学性和指导价值,还需要进一步研究。

### 参考文献:

- [1]袁崇文. 中国天麻[M]. 贵阳:贵州科技出版社,2002.
- [2]徐锦堂. 中国天麻栽培学[M]. 北京:北京医科大学中国协和医科大学联合出版社,1993:1-233.
- [3]郭顺星,王秋颖. 促进天麻种子萌发的石斛小菇优良菌株特性及作用[J]. 菌物系统,2001,20(3):408-412.
- [4]程启月,邱莞华,李建云. 不确定性动态军事指挥决策的模糊熵分析[J]. 系统工程理论方法应用,2002,11(3):231-234,239.
- [5]赵治. 风力发电项目多目标决策研究[J]. 可再生能源,2011,29(2):39-42.
- [6]徐中民,程国栋. 运用多目标决策分析技术研究黑河流域中游水资源承载力[J]. 兰州大学学报:自然科学版,2000,36(2):122-132.
- [7]陈洁. 基于风险辨识的港口物流服务供应商选择与优化研究[D]. 大连:大连海事大学,2012.
- [8]冯云利,程立君,陈玉惠,等. 云南昭通天麻共生蜜环菌优良菌株筛选[J]. 西南林学院学报,2009,29(2):37-39.
- [9]徐锦堂,郭顺星. 供给天麻养种子萌发营养的真菌紫萁小菇[J]. 真菌学报,1989,8(3):221-226.
- [10]彭述敏. 昭通天麻共生优良蜜环菌的筛选及特性研究[D]. 昆明:西南林业大学,2011.
- [11]周薇,李筱菁. 基于信息熵理论的综合评价方法[J]. 科学技术与工程,2010,10(23):5839-5843.