

不同保水剂吸水保水能力聚类分级研究

李茂松¹, 李章成^{1,2}, 宋吉青¹, 汪亚峰^{1,2}

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081; 2 西南农业大学资源环境学院, 重庆 400716)

摘要:运用 SPSS 11.5 中的聚类分析方法, 利用 25 种保水剂产品的吸水能力(吸水倍数、吸水速度)和保水能力(保水率、释水速度)的测定结果, 根据保水剂特性分别进行了聚类, 对产品的性能相应的建立了分级指标: 吸无离子水能力, 分为高(> 350 g/g), 中(100 ~ 350 g/g), 低(< 100 g/g); 在吸 0.9% NaCl 水溶液方面, 分为高(> 45 g/g), 中(20 ~ 44 g/g), 低(< 20 g/g); 吸无离子水达到 80% 饱和所需时间, 分为快(< 10 min), 中(10 ~ 25 min), 慢(> 25 min); 综合保水能力, 分为较弱、中等、较强。对产品各个特性分级聚类, 旨在为用户结合保水剂的特性和自己的要求, 合适的选购产品提供依据。

关键词:保水剂; 吸水能力; 保水能力; 聚类; 分级

中图分类号: S152.71; S156.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)03-0262-03

Cluster and Grade Super Absorbent Polymer(SAP) Based on Capability of Water Absorbing and Restraining

LI Mao song¹, LI Zhang cheng^{1,2}, SONG Ji qing¹, WANG Ya feng^{1,2}

(1. Institute of Agriculture Environment and Sustainable Development Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. Resource and Environment College of Southwest Agriculture University, Chongqing 400716, China)

Abstract: The classify procedure in SPSS 11.5 is applied to cluster and to grade the products in term of their characteristics respectively based on the measured results of capability of water absorbing and restraining from 25 kinds of SAP products. On the capability of absorbing water, it is divided into three grades: high, medium, and low. On the capability of restraining water, it is divided into weak, medium, and strong. By this way, it will facility users to buy SAP products according to their requirements.

Key words: SAP; capability of water absorbing; restraining; cluster; grade

1 引言

保水剂(高吸水树脂, Super absorbent polymer SAP)由于具有超强的吸水能力和保水能力等特性, 越来越广泛用于农业^[1,2]、林业^[3]、工业、医药卫生^[4]等方面。现在国内外保水剂生产厂家很多, 产品随着原料、生产工艺、用途等不同, 吸水能力和保水能力存在较大的差异, 各生产厂家产品的指标测定方法也不尽相同。很多产品注重了吸水倍数和重复吸水等特性, 但对保水剂的吸水速度、保水等特性提供的信息很少, 这对某些用户在选购产品时带来了不便。用户使用保水剂时, 由于需要的不同, 要求保水剂的某些特性并不一样, 有些方面需要它吸水速度快, 吸水数量可低一些; 有些方面需要吸水倍数高, 速度可慢一点。这方面的对比实验及产品归类还未见报道, 有些相关报道也只是仅对三五种产品进行对比, 而且不同的人对比时所用的方法还不一样^[5,6], 这给用户选购产品带来不便, 并且保水剂产品的各个特性还没有一个分级标准。通过对我国市场上主流保水剂产品的特性按照统一方法进行了测定后, 本文应用了统计分析原理^[7], 结

合统计软件 SPSS 11.5 中的聚类子程序提供的方法, 分别根据保水剂各个特性对产品进行了聚类和分级。

2 基础数据与聚类方法

(1) 本文所用的数据为实验测定结果, 具体的产品名称、编号及测定的各特性值见表 1。

(2) 本文应用了统计软件 SPSS 聚类过程中的分层聚类(Hierarchical Cluster, 条件为样本数 < 200, 本文中样品数为 25 个)。根据它们的特性值, 把 25 种保水剂产品最相似的归并成一类。目前常用的聚类方法有系统聚类和模糊聚类, 前者以距离系数为基准, 后者以相似系数或相异系数为基准^[7], 本研究采用系统聚类, 聚类的基准是个案之间最近的欧氏距离。导入表 1 的数据到 SPSS, 因为是根据不同的特性, 分别把产品进行聚类(个案聚类), 所以聚类前对第 3, 4, 5 列数据未进行标准化处理, 分别直接引用了原数据, 第 6, 7, 8 三列数据同时反映保水能力, 但量纲不同, 进行了标准化处理。具体的聚类步骤和设定等级数目(文中聚类前已设定每一方面把产品分为 3 级)根据该软件的使用方法^[8]。

收稿日期: 2005-06-26

基金项目: 国家 863 计划资助项目(2002AA6Z3171 - 3)

作者简介: 李茂松(1959 -), 男, 四川三合人, 研究员, 主要从事农业减灾、化学节水方面的研究。

表 1 不同保水剂吸水能力、保水能力测试数据

产品名称	编号	无离子水/	0.9%NaCl/	80%饱和时	保水天数	保水率 1	保水率 2
		(g·g ⁻¹)	(g·g ⁻¹)	间/min	/d	5000 rPm	7000 rPm
ABC1	1	499	61	14	104	0.79	0.54
ABC2	2	287	50	1.3	56	0.87	0.77
ABD1	3	438	66	0.9	81	0.89	0.88
ABD2	4	425	62	0.8	81	0.74	0.68
ABD3	5	404	61	0.7	79	0.88	0.73
ABD4	6	292	45	0.5	51	0.89	0.69
ABD5	7	382	60	7.5	73	0.83	0.77
ABD6	8	364	50	4	69	0.72	0.72
SD20	9	293	45	1.2	55	0.96	0.95
SD20-80	10	282	49	1	53	0.96	0.95
SD80-200	11	214	49	2	40	1.00	0.94
PR3005 KM	12	292	39	0.5	53	1.00	0.94
PR3006 KL	13	212	23	5	36	1.00	0.97
科瀚 98	14	414	50	5	71	1.00	0.76
水星 GR18	15	285	37	3	46	0.83	0.82
永泰田	16	447	29	6.5	83	0.76	0.57
高分子吸收体	17	449	56	15	81	1.00	0.86
高能抗旱保水剂	18	587	59	14	115	1.00	0.84
白金子 1	19	365	36	0.8	61	0.88	0.78
白金子 2	20	290	33	0.9	49	0.74	0.57
林果蘸根保水剂	21	574	66	6.5	106	0.77	0.77
太原	22	143	24	5.3	23	0.90	0.90
日本触媒	23	394	26	26	65	0.79	0.82
法国	24	51	14	3.5	11	1.00	0.99
黑金子保水剂	25	326	34	19	65	0.94	0.73

3 结果与讨论

根据产品不同能力,对产品进行了聚类,得到聚类树形图和分级折线图及表 2。

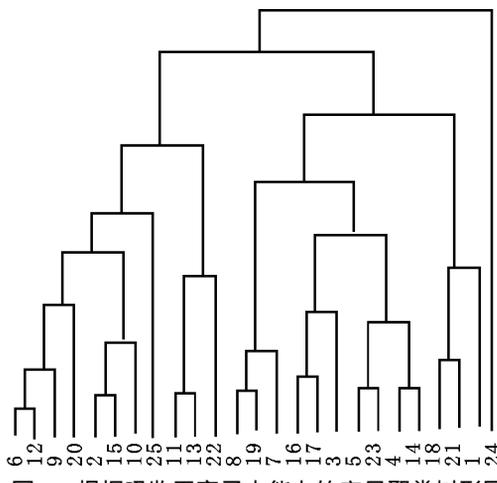


图 1 根据吸收无离子水能力的产品聚类树形图

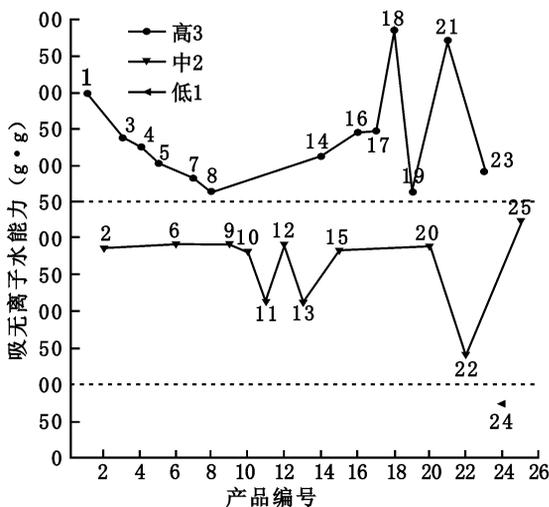


图 2 由图 1 制作的分级折线图

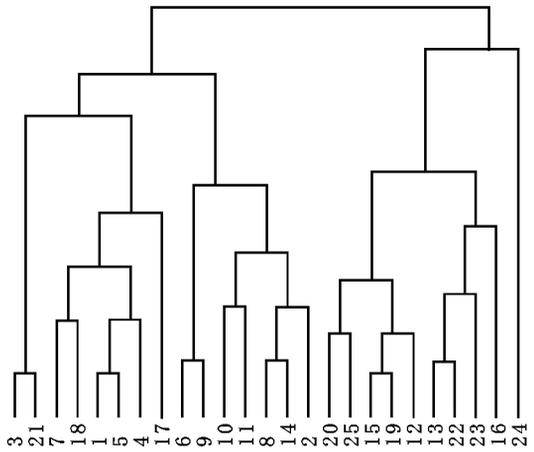


图 3 根据吸 0.9%NaCl 水溶液能力获得的树形图

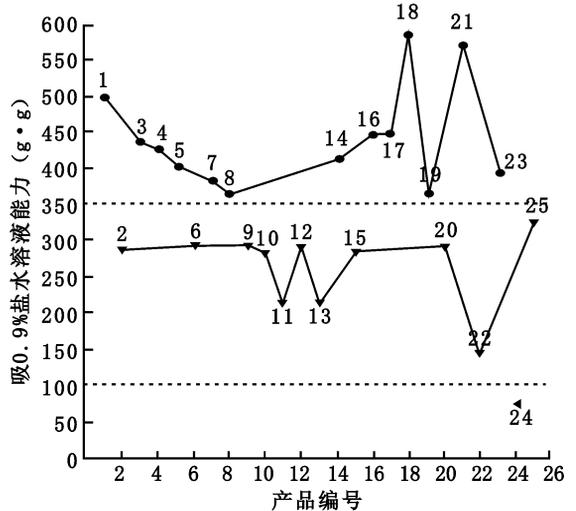


图 4 由图 3 制作出的产品分析折线图

通过分析聚类后处理数据获得的折线图,发现 ABC1(1)、高能抗旱保水剂(18)、林果蘸根保水剂(21)吸无离子水的能力最强,但达到饱和 80%所需的时间较长;在吸 0.9%NaCl 水溶液方面,三者也表现了较强的能力,可是自然蒸发后试剂可重复吸水的能力不高。全部样品中,法国保水剂(24)在吸水能力和保水天数上明显的较低,但是自然蒸发后该保水剂仍能保持原有的试剂状态,后继实验中发现在 70 条件下对饱和的凝胶烘干后,吸水 烘干 吸水重复 4 次,吸无离子水能力仍然达到首次水平,可重复吸水性能很强。其余的产品中,ABD 系列(3、4、5、6)、四达 20~80 mm(10)、PR3005 KM(12)、白金子 1、白金子 2(19、20)吸水能力位于中等,但是吸水达到饱和 80%所需的时间很短,在 0.5~1 min 之间,显示出很快的吸水速度。保水天数方面,其能力基本上与保水剂吸无离子水能力相关,1、18、21 号自然蒸发天数超过了 100 d。通过 SPSS 进一步的相关性分析,可发现这两者的相关系数为 $R = 0.985 (a = 0.05)$,显示出强烈的正相关;在吸无离子水和 0.9%盐水方面,也显示了较强的正相关,相关系数为 $R = 0.708 (a = 0.05)$ 。回归分析中显示吸无离子水是吸 0.9%NaCl 水溶液的 7.574(约 7.6) ($a = 0.05$) 倍,这和两者之间是 10 倍左右关系的报道基本上吻合^[9,10]。结合保水天数和在离心机不同转数下脱水后剩余水的百分率来分析,可以发现四达系列和 PR3005 KM、PR3005 KL 及法国这几种保水剂保水能力强,但是吸水能力处入中等或偏下,这可能与它们的交联强度有关;1、18、21 三种保水剂综合保水能力最强,这可能与它吸水能力较高有紧密的关系。

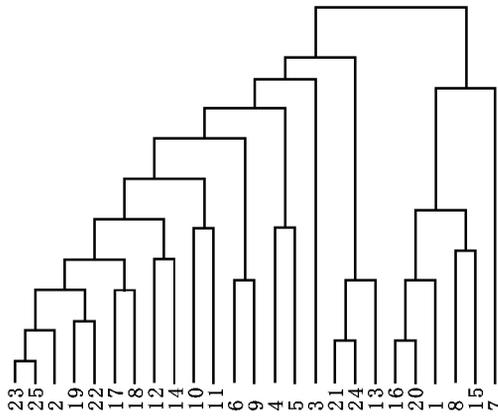


图 5 根据吸无离子水达到 80%饱和所需时间(min), 对产品进行聚类获得树形图

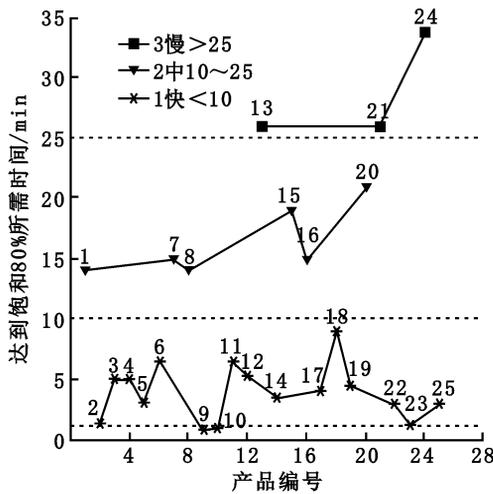


图 6 由图 5 制作出产品折线图

参考文献:

[1] 黄风球, 杨光立, 黄承武, 等. 化学节水技术在农业上的应用效果研究[J]. 水土保持研究, 1996, 3(3): 118 - 123.

[2] 胡芬, 姜雁北. 高吸水剂 KH841 在旱地农业中的应用[J]. 干旱地区农业研究, 1994, 12(4): 83 - 85.

[3] 李淑珍, 冯孝严, 温树英. 保水剂在果树上应用实验初报[J]. 北方果树, 1992, (3): 11 - 15.

[4] 绉新禧. 超强吸水剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

[5] 帅修富. 离心法测定高吸水剂树脂容胀度的研究[J]. 北京农业大学学报, 1993, 19(4): 48 - 51.

[6] 王砚田, 华孟, 赵小雯, 等. 高吸水性树脂的吸水 and 保水特性[J]. 北京农业大学学报, 1989, 15(4): 431 - 436.

[7] 陈玉成. 环境数学分析[M]. 重庆: 西南师范出版社, 1998.

[8] 阮桂海, 蔡建琼, 朱志海. 统计分析应用教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

[9] 李景生, 黄韵珠. 土壤保水剂的吸水保水性能研究动态[J]. 中国沙漠, 1996, 16(1): 86 - 91.

[10] 栗时金, 陈叔涵. 高吸水性聚合物[J]. 化学通报, 1983, (4): 25 - 28.

(上接第 261 页)

[5] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

[6] GB15618 - 1995, 土壤环境质量标准[S].

[7] 广东省海岸带和海涂资源综合调查大队、广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室. 广东省海岸带和海涂资源综合调查报告[R]. 北京: 海洋出版社, 1988.

[8] 广东省海岛资源综合调查大队、广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室. 广东省海岛资源综合调查报告[R]. 广州: 广东科技出版社, 1995.

[9] 农牧渔业部水产局、农牧渔业部南海区渔业指挥部. 南海区渔业资源调查和区划[Z]. 广州: 广东科技出版社, 1989.

[10] 广东省海洋功能区划组. 广东省海洋功能区划[M]. 北京: 科学出版社, 1991.

[11] 郭金富, 等. 广东海岛海域海洋生物和渔业资源[M]. 广州: 广东科技出版社, 1994.

[12] 广东省海岛资源综合调查大队, 广东省海岸带和海洋资源综合调查领导小组办公室. 湛江——茂名海区海岛资源综合调查报告[R]. 广州: 广东科技出版社, 1994.

[13] GB3097 - 1997, 海水水质标准[S].

表 2 综合保水能力产品分级:

保水能力等级	级别	产品编号
较弱	1	2 ~ 17 19 ~ 21 23 25
中等	2	22 24
较强	3	1 18 21

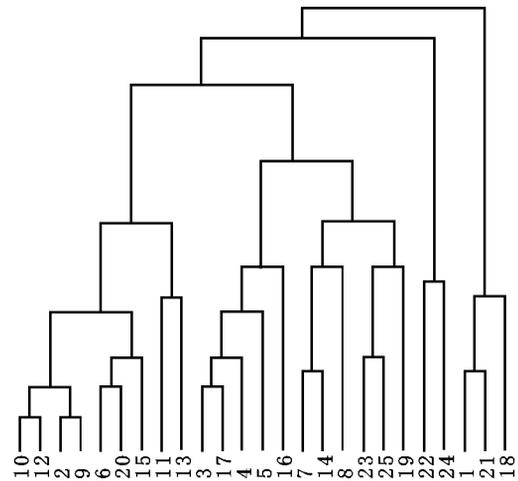


图 7 根据吸无离子水饱和后保水能力(1 自然条件下蒸发剩下试剂所需的时间;d:2 离心脱水后剩余水占原吸水倍数的百分比), 对产品进行聚类获得树形图

4 结 语

本文通过对实验测试数据的整理和聚类分析, 应用 SPSS11.5 统计软件对在我国保水剂市场上已经应用和正在开发的产品进行了聚类分级, 并应用 SPSS11.5 其它的分析子程序, 对保水剂的各个特性之间的关系也做了进一步的探讨. 此次聚类尽管较详尽地采取了国内市场上主流的保水剂产品做样本, 但总体上, 样本数量并不是很多, 因此上述聚类结果及提出的分级指标供参考.