

沼渣人工基质理化性状的典型相关的分析

张笑千¹, 陈卓¹, 马皓诚¹, 潘望¹, 庞昌乐², 曲英华¹

(1. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学 工学院 北京 100083)

摘要:用典型相关分析法对基质配方比例与理化性状指标进行了分析。结果表明:沼渣人工基质配方比例与其理化性状有着显著相关性,它们之间的相关性主要是由沼渣与蛭石体现的。理化性状中,持水孔隙度与电导率相对重要。实践中可以利用配方比例与理化性状的相关关系进行两者的相互预测。

关键词:沼渣人工基质; 沼渣; 理化性状; 典型相关
中图分类号:S 141.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2010)15—0197—04

典型相关分析是一种研究 2 组变量间相关关系的统计学方法,是主成分分析和因子分析的进一步发展。典型相关分析首先在每组变量中找出变量的线性组合,使其具有最大相关性,然后再在每组变量中找出第 2 对线性组合,使其分别与第一对线性组合不相关,而第 2 对本身有最大的相关性,如此继续下去,直到 2 组变量之间的相关性被提供完毕为止^[1]。有了这种线性组合的最大相关,在讨论 2 组变量之间的相关,就转化为只研究这些线性组合中的量有关,从而减少了研究变量的个数。典型相关作为一种普适性方法,已在园艺育苗、栽培研究中广泛应用^[2-3]。

沼气发酵是一种存在了数 10 亿年的自然界普遍发生的现象。由有机物质经厌氧发酵所得到的沼肥,不仅氮、磷、钾等营养成分保存完好,且还含有大量的有机质及多种生物活性物质。沼渣中含有机质 28%~50%,腐植酸 10%~20%,半纤维素 25%~34%,纤维素 11%~15%,全氮 0.8%~2.0%,全磷 0.4%~1.2%,全钾为 0.6%~2.0%,另外还含有少量的微量元素和其它矿质营养^[4]。将沼肥用作园艺作物育苗和栽培的肥料,取得了较好的结果^[5-7],但用沼渣部分或全部替代草炭作为无土育苗或无土栽培基质的研究还很少,该研究利用以牛粪为发酵原料的沼渣与蛭石、珍珠岩等混合进行沼渣人工基质的筛选,并希望利用典型相关分析这一统计学工具,研究不同的配比与最终理化性状之间的关系,探

讨不同基质材料对配方理化性状的影响,以便更有目的地进行基质混配,节约人力物力,从而在生产上或研究上更好地使用沼渣这一有机基质。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为牛粪沼渣(取自北京联合公司)、蛭石、珍珠岩(均从中国农业科学院购得)。

1.2 试验方法

1.2.1 基质配比 试验设计了沼渣的 5 个不同用量水平与蛭石、珍珠岩按不同比例混合的 8 个处理,具体配方比例见表 1。

表 1 基质配方质量配比
Table 1 Quality ratio of substrate formula

编号 No.	基质配比 Substrate ratio/ %		
	牛粪沼渣 Cow dropping biogas residue	蛭石 Vermiculite	珍珠岩 Perlite
1	20	65	10
2	40	45	10
3	60	25	10
4	80	5	10
5	40	55	0
6	60	35	0
7	80	15	0
8	95	0	0

1.2.2 基质理化特性测定方法 测定各处理基质的总孔隙度(y1)、通气孔隙度(y2)、持水孔隙度(y3)、pH 值(y4)、电导率 Ec(y5),具体方法如下^[8-10]:取一已知体积(V)的铝盒,加满风干基质称重(M1),然后浸泡于水中 24 h,称重(M2),控水 3 h 待铝盒中的水分自由沥干后再称重(M3)。孔隙度计算公式如下:总孔隙度(%)=(M2-M1)/V×100;通气孔隙度(%)=(M2-M3)/V×100;持水孔隙度(%)=(M3-M1)/V×100。其中,M 表示质量,V 表示体积。取风干基质 100 g 加蒸馏水 500 mL,充分搅拌,1 h 后分别用 pH 仪、EC 测定仪测定 pH、EC。

第一作者简介:张笑千(1987-),女,硕士,现主要从事人工育苗基质相关研究工作。E-mail: zhangxq.163@163.com。
通讯作者:曲英华(1957-),女,博士,教授,现主要从事设施园艺研究工作。E-mail: quyinhua@cau.edu.cn。
基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2008BADC4B17)。
收稿日期:2010-05-12

每种配方样品重复测定 3 次取平均值。

1.2.3 数据分析方法 把基质的质量比例作为第 1 组变量, 即牛粪沼渣(x_1), 蛭石(x_2), 珍珠岩(x_3); 把各配方理化性状作为第 2 组变量, 即 pH 值(y_1)、电导率 EC(y_2)、总孔隙度(y_3)、通气孔隙度(y_4)、持水孔隙度(y_5)。

采用 SAS9.1 统计软件的 CANCORR 过程进行处理^[1]。

2 结果与分析

2.1 理化性状测定结果

基质理化性状见表 2, 其主要作用是为后文典型相关分析提供参考。各配方的理化性状见表 3。

表 2 基质材料理化性状					
Table 2 Physical and chemical properties of substrate materials					
材料 Materials	pH	EC / $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	总孔隙度 Total Porosity/ %	通气孔隙度 Aeration Porosity/ %	持水孔隙度 Water Retaining Porosity/ %
牛粪沼渣 Cow dropping biogas residue	7.93±0.03	1537.3±7.84	66.21±1.27	5.82±1.48	60.39±0.38
蛭石 Vermiculite	8.72±0.01	62.8±1.0	77.27±1.58	2.68±0.15	74.59±1.72
珍珠岩 Perlite	9.33±0.11	38.6±0.72	62.00±0.85	26.07±0.98	35.93±1.52

表 3 各配方理化性状					
Table 3 Physical and chemical properties of substrate formulas					
编号 No.	pH	EC / $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$	总孔隙度 Total Porosity/ %	通气孔隙度 Aeration Porosity/ %	持水孔隙度 Water Retaining Porosity/ %
1	7.92±0.03	780.0±39.2	68.73±0.74	6.53±1.3	62.20±2.01
2	8.01±0.04	1 211.3±10.7	66.37±2.57	8.96±3.99	57.41±2.11
3	7.99±0.00	1 460.3±30.1	64.73±0.75	6.23±1.53	58.50±1.39
4	7.98±0.02	1 716.7±5.4	61.63±1.54	8.91±2.52	52.72±1.07
5	7.95±0.02	1 119.3±25.1	64.51±0.40	3.36±0.35	61.16±0.41
6	7.92±0.01	1 491.3±46.8	63.11±1.54	4.31±0.70	58.80±1.56
7	7.88±0.02	1 688.3±31.7	67.06±0.46	5.04±0.18	62.01±0.38
8	7.81±0.02	1 796.3±19.8	62.02±0.70	5.64±1.04	56.38±1.02

2.2 沼渣人工基质初步筛选

由表 3 各种育苗基质配方的理化性状可看到, 各处理的总孔隙度大, 吸水、透气性较好, 但从化学特性看, 各处理的 pH 值均偏高, 偏碱性, 而基质中 pH 过高或过低会影响养分的有效性和植物根系的生长, 为适于蔬菜苗生长, 基质中应呈中性或微酸性^[12]。EC 值反映基质含有的可溶性盐类的量, EC 值越大, 基质中所含的可溶性盐类越多, 供肥能力越大。EC 值小于 2.6 mS/cm 时, 各种作物均无害, EC 在超过 2.8 mS/cm 时, 则植物不能

生长^[8], 各处理的 EC 值均对苗生长无害, 其中处理 4、7、8 的供肥能力较强。

2.3 基质配比与理化性状的典型相关分析

2.3.1 简单相关分析 从表 4 可以发现, 只有总孔隙度和持水孔隙度相关系数较高, 而其余性状基本不存在相关关系, 说明基质的各种理化性状是相对独立的。而从表 5 可以发现, 除牛粪沼渣含量与电导率存在较高相关, 其余理化性状并不是和单纯的组分比例呈相关性, 说明单纯比较二者的相关系数是难以进行准确分析的。

表 4 各理化性状相关系数					
Table 4 Correlation coefficients of physical and chemical properties					
	pH	EC	总孔隙度 Total Porosity	通气孔隙度 Aeration Porosity	持水孔隙度 Water Retaining Porosity
pH	1	-0.3638	0.1362	0.4817	-0.1954
EC	-0.3638	1	-0.6989	0.0427	-0.5718
总孔隙度 Total Porosity	0.1362	-0.6989	1	-0.0008	0.7789
通气孔隙度 Aeration Porosity	0.4817	0.0427	-0.0008	1	-0.6278
持水孔隙度 Water Retaining Porosity	-0.1954	-0.5718	0.7789	-0.6278	1

表 5 二组变量相关系数					
Table 5 Correlation coefficients of two groups of variables					
	pH	EC	总孔隙度 Total Porosity	通气孔隙度 Aeration Porosity	持水孔隙度 Water Retaining Porosity
牛粪沼渣 Cow dropping biogas residue	-0.5029	0.9815	-0.6787	-0.0017	-0.5283
蛭石 Vermiculite	0.3796	-0.9682	0.6674	-0.1836	0.6357
珍珠岩 Perlite	0.6946	-0.355	0.2545	0.8158	-0.3131

表 6

典型相关系数

The canonical correlation coefficients					
	Canonical Correlation	Adjusted Canonical Correlation	Approximate Standard Error	Squared Canonical Correlation	P> F
1	0.9989	0.9982	0.0008	0.9978	0.0689
2	0.8997	0.8669	0.0720	0.8095	0.3446

2.3.2 典型相关系数及显著性检验 从表 6 可看出,第 1 对典型变量 (V_1-W_1) 的相关系数高达 0.9989,这是简单相关难以达到的。经显著性检验,在 $\alpha=0.1$ 的水平下,第一对典型变量相对显著,故下面只分析第一对的相关性质。

2.3.3 典型变量系数 由表 7 可以得到第 1 对典型变量计算公式: $V_1=1.6312x_1+0.6549x_2$; $W_1=-0.2581y_1+$

$1.077y_2-90.0816y_3+72.6258y_4+115.8767y_5$ 。公式体现了典型变量与标准化原始变量的关系,从中可以发现,在各配比中,牛粪沼渣的作用最明显,珍珠岩的作用相对微小,所以难以体现,这与表 2 单独材料的理化性状结果吻合;在各理化性状中,孔隙度更加重要,特别是持水孔隙度,其系数在 100 以上。

表 7

第 1 对典型变量组成系数

Typical variable composition coefficients of the first pair					
	牛粪沼渣 Cow dropping biogas residue	蛭石 Vermiculite	珍珠岩 Perlite		
V_1	1.6312	0.6549	0		
	pH	EC	总孔隙度 Total Porosity	通气孔隙度 Aeration Porosit	持水孔隙度 Water Retaining Porosity
W_1	-0.2581	1.077	-90.0816	72.6258	115.8767

2.3.4 典型结构分析 表 8 全面体现了 2 组变量与原始变量间的相关关系。首先,分析典型变量 V_1 与各原始变量的相关性,可以发现牛粪沼渣与蛭石与其相关性最高,说明实践中可以把二者作为主要考虑因素;而理化性状中,电导率值与其高度相关,说明可以通过测定电导率初步比较几种类似的混合基质中主要成分的含量。其次,分析典型变量 W_1 与各原始变量的相关性,可

以发现牛粪沼渣与蛭石仍是相对重要的物料,也可以通过测定电导率预测几种类似的混合基质的主要理化性状。上述 V_1 与 W_2 的类似性质正是由于典型相关本身的高相关性所决定的。值得注意的是,联系表 7,可以发现蛭石含量、通气孔隙度、持水孔隙度三者在各自典型变量中的组成系数与相关系数符号是相反的,说明这三者属于校正(抑制)变量。

表 8

原始变量与典型变量的相关系数

Correlation coefficients of original variables and typical variables								
	牛粪沼渣 Cow dropping biogas residue	蛭石 Vermiculite	珍珠岩 Perlite	pH	EC	总孔隙度 Total Porosity	通气孔隙度 Aeration Porosit	持水孔隙度 Water Retaining Porosity
V_1	0.9906	-0.9404	-0.5202	-0.5717	0.9669	-0.6699	-0.1230	-0.4454
W_1	0.9895	-0.9394	-0.5196	-0.5724	0.9680	-0.6707	-0.1231	-0.4458

3 讨论

该研究表明,沼渣与蛭石在基质配方中相对重要,电导率与孔隙度更能体现整体理化性状的特征。育苗基质的固、液、气三相比例是影响苗期根系生长发育的重要因素。长期以来,人工育苗基质的配比与优化一直是个重要课题,较常见的思路是通过逐步筛选以确定最佳的配方。该研究利用典型相关分析这一统计学工具发现,配方的比例与最终的理化性状是呈现出一定的相关关系的,说明可以在实践中预测某种配方的理化性状,这样可以大大节省工作时间与工作量。相应的,也可以在一定范围内利用测定基质理化性状的方式,估计其内部各类成分的含量。

参考文献

[1] 高惠璇.应用多元统计分析[M].北京:北京大学出版社,2005:341-359.

[2] 周杰良,王建湘,李树战.一串红生长开花指标与基质配方理化指标典型相关研究[J].北方园艺,2008(3):173-175.
[3] 王永飞,王雷.加工番茄丰产性状和品质性状的典型相关分析[J].中国农业科学,1999,32(1):20-25.
[4] 张亚莉,董仁杰,刘玉青.沼肥在农业生产中的应用[J].安徽农业科学,2007,35(35):11549-11550.
[5] 张宁珍,刘勇,刘善军.追肥沼肥对甘蔗增产效果研究[J].中国沼气,1999,17(4):31-33.
[6] 汪国英,周礼兴,查岭.施用沼肥对白菜产量的影响[J].农技服务,2009,26(9):25.
[7] 苏有勇,卢怡,施卫省.沼肥对无土栽培生菜产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2008(1):60-62.
[8] 连兆煌.无土栽培原理与技术[M].北京:中国农业出版社,1992:61-62.
[9] 王久兴,王子华.现代蔬菜无土栽培[M].北京:科学技术文献出版社,2005:81.
[10] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000:186

[1] 胡良平. Windows SAS 6.12&8.0 实用统计分析教程[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2001: 528-532.

[12] 王久兴, 王子华. 现代蔬菜无土栽培[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2005: 81.

The Canonical Correlation Analysis on Physical and Chemical Properties of Biogas Residue Artificial Substrate

ZHANG Xiao-qian¹, CHEN Zhuo¹, MA Hao-cheng¹, PAN Wang¹, PANG Chang-le², QU Ying-hua¹

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering Agricultural University, Beijing 100083; 2. College of Engineering Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract: This paper analyzed on substrate formula and physical and chemical properties with the canonical correlation. It showed that, biogas residue artificial substrate formula was significantly correlated with their physical and chemical properties, which was reflected by biogas residue and vermiculite. Water containing pores and conductivity were more important among physical and chemical properties. We can take advantage of the relationships between substrate formula and physical and chemical properties to predict each other.

Key words: biogas residue artificial substrate; biogas residue; physical and chemical properties; canonical correlation

美国教授畅想“垂直农场”推崇摩天大楼种庄稼

人们印象中田间耕种常常是一幅农民日出而作、日落而归在地平线上辛勤耕作的画面;而据美国《基督教科学箴言报》报道,不久的将来,城里将开辟起“垂直农场”,到时候,人们会在摩天大楼里种庄稼。

该报道称,美国哥伦比亚大学(Columbia University)公共卫生教授迪克森·德斯彭米耶(Dickson Desponmmier)提出了“垂直农场”的想法。他认为,在摩天大楼里种庄稼,是解决全球粮食危机和饥饿问题的好办法。在德斯彭米耶教授的“垂直农场”网站 verticalfarm.com 上,专门就城市修建“垂直农场”高层建筑的理念进行了阐释,这类建筑既可以种植新鲜蔬菜等农作物,同时又比传统农业更环保、更具可持续性。

但是,德斯彭米耶教授承认,这个想法也存在问题。许多人绘制了想象的“垂直农场”图;德斯彭米耶教授却表示:“这些图尽管看起来很漂亮”,但几乎没有一幅能够完全付诸实践。不过,他说:“至少这些图说明他们的想法朝正确的方向走了。”

德斯彭米耶教授和埃里克·埃林森合作绘制的“温室摩天大楼”,光照透明是其中的关键。

德斯彭米耶教授表示,人们投入几百万美元,修建新楼或翻修一栋30层高的楼,将其变成“垂直农场”,在此以前,需要的只是一幢几层高的楼房作为原型。这幢楼应该建在领先的农业大学,并在实验成功前进行无数

次修整论证。德斯彭米耶说:“一旦实验楼成功,就可以马上将它从展览厅运用到实践中来。”

尽管德斯彭米耶的创新想法受到许多人的赞赏,但还是有人对此提出质疑。他们想知道,德斯彭米耶教授将如何解决大楼内部及较低楼层采光等太阳能方面的问题。

美国图森(Tucson)亚利桑那大学(University of Arizona)控制环境农业中心(Controlled Environment Agriculture Center)总监吉恩·贾科梅里(Gene Giacomelli)表示:“一旦农场变成‘垂直的’,让不同楼层的植物获得同样多太阳能的问题就比较严重了。”

贾科梅里很赞赏“垂直农场”的大胆想法,只是在实现这个想法之前还得解决许多问题。他说德斯彭米耶教授“是个前瞻性的思想家。他的想法激励我们去努力实现它。”事实上,“垂直农场”还面临其他挑战,比如寻找并培训合格的室内“农民”,使他能够操作复杂的“农场”内部系统。

贾科梅里说:“目前为止还找不到这样一位农民胜任此职”。他表示,技术问题并不是难以跨越的障碍——因为南极已经有了室内种植的庄稼,尽管花费巨大,“(从事室内农业的)想法是很多的,但能最后付诸实施得以成功的确寥寥可数。”