

龚凤萍, 竹 玮, 上官端琳, 等. 不同栽培料处理方式对平菇生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(23): 140–143.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.23.038

不同栽培料处理方式对平菇生长的影响

龚凤萍¹, 竹 玮¹, 上官端琳¹, 张应成², 段庆虎¹, 张应香¹, 申进文³

(1. 信阳市农业科学院, 河南信阳 464000; 2. 河南省罗山县质量技术监督局, 河南信阳 464000;

3. 河南农业大学生命科学院, 河南郑州 450002)

摘要:研究发酵料、灭菌料、生料、发酵后熟料 4 种不同处理方式栽培料对平菇菌丝生长、发菌成功率及生物学效率的影响, 结果表明, 与发酵料、灭菌料、生料 3 种处理方式相比, 发酵后熟料栽培的平菇菌丝萌发较好、较整齐, 发菌时间相对最短, 为 23 d, 发菌成功率相对最高, 为 100%, 生物学效率为 50.0%, 略低于灭菌料的 52.2%; 发酵后熟料的最适发酵时间为翻堆 2 次, 此时菌丝长速最快, 为 0.72 cm/d, 长势较强, 略低于翻堆 3 次, 生物学效率相对最高, 为 82.67%。因此, 棉籽壳制成最佳的平菇培养料为经 2 次翻堆的发酵后熟料, 此时菌丝生长快、长势旺, 子实体产量高、品质佳。

关键词:平菇; 棉籽壳; 熟料; 发酵料; 发酵后熟料

中图分类号: S646.1⁺4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)23-0140-03

平菇 (*Pleurotus ostreatus*) 别称北风菌、冻菇, 侧耳科侧耳属。我国是认识平菇最早的国家, 南宋时期陈玉卓在《菌谱》中提到的“天花蕈”即是现在的平菇^[1]。河南省平菇栽培面积连续 10 年在全国位居第一。平菇栽培料处理经历生料、灭菌料(熟料)、发酵料等几种方式, 这几种方式各有利弊。平菇生料栽培易受季节限制, 发菌成功率低, 当前生产中很少使用^[2]; 灭菌料(熟料)栽培要求基质灭菌彻底, 优点是基质经过高温熟化, 目的菌接种后易成活、发菌成功率高^[3], 但灭菌料不具有抗杂菌能力, 接种时须严格按照要求无菌操作, 稍有不慎或袋子有微孔极易感染杂菌, 且灭菌时间长, 需耗费大量的燃料、人力; 发酵料栽培不需要 100℃以上高温灭菌, 利用巴氏消毒原理维持料温 65℃左右, 就能达到杀死料中不耐高温的杂菌和芽孢杆菌等目的, 省燃料、发菌成功率高^[4], 但是, 在生产中菇农往往掌握不好最佳的发酵程度, 常常将发酵料堆焖 1 个月以上, 而长时间堆焖发酵势必造成培养料中营养物质的损耗, 导致出菇产量、品质下降, 菇农普遍反映发酵料栽培的平菇较灭菌料的平菇口感差、产量低、韧性差、质地脆、易破碎不耐储运。为此, 本试验开展平菇培养料最佳处理方式的研究, 为实现平菇栽培的高产、优质、高效提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

收稿日期: 2016-06-29

基金项目: 国家现代农业产业技术体系专项(编号: CARS-24); 河南省现代农业产业技术体系信阳综合试验站专项(编号: Z2013-09-04)。

作者简介: 龚凤萍(1977—), 女, 河南光山人, 硕士, 助理研究员, 主要从事食用菌栽培与应用研究。Tel: (0376) 6691586; E-mail: fumengmeng518@163.com。

通信作者: 张应香, 副研究员, 主要从事食用菌栽培与应用研究, E-mail: nkszyx@163.com; 申进文, 硕士, 教授, 主要从事食用菌栽培及生理生化研究, E-mail: shenjinwen369@163.com。

供试平菇菌株为新 831。平菇培养料为 97% 棉籽壳 + 3% 石灰, 加入适量水。料袋于 8 月底 9 月初缝制, 大小为 22 cm × 45 cm × 0.004 cm, 统一采用细绳扎口。

1.2 培养料的处理

1.2.1 处理方式 (1) 生料: 用 0.1% 多菌灵可湿性粉剂与培养料拌匀, 直接装袋, 采用菌袋两端开放式接种。(2) 灭菌料: 培养料拌匀, 装袋; 常压灭菌, 排放冷空气 2 次, 稳压 12 h, 停火焖 1 夜; 待料袋冷却, 无菌条件下两端接种。(3) 发酵料: 培养料拌匀, 常规发酵, 翻堆 4 次, 翻堆时机以料中间温度上升到 60~65℃维持 24 h 为准; 装袋, 采用菌袋两端开放式接种。(4) 发酵后熟料: 培养料拌匀, 常规发酵, 翻堆 4 次, 翻堆时机以料中间温度上升到 60~65℃维持 24 h 为准; 发酵料摊开晾凉, 装袋, 上锅进行短时间蒸料, 蒸料程序为装锅后大火猛攻, 待覆盖料的薄膜鼓起 40~50 min, 放气 1~2 次, 再大火猛攻, 待薄膜鼓起保持 3~5 h, 停火焖 1 夜; 料温降至室温时进行开放式接种。

1.2.2 操作方法 培养料先行发酵, 制成发酵后熟料装袋, 同时, 用同一批发酵料直接装袋。在发酵料装袋前 1 d, 采用同一配方的培养料一部分加 0.1% 多菌灵可湿性粉剂拌料制成生料装袋, 另一部分用于灭菌装袋制成灭菌料。灭菌料和发酵后熟料同时灭菌, 4 种栽培料同日接种。每处理 100 袋, 重复 3 次。

1.3 不同发酵料和发酵后熟料对平菇栽培的影响

投培养干料 500 kg, 混合均匀; 常规发酵, 翻堆, 以堆温中上层温度升到 60~65℃维持 24 h 为准; 分别在建堆后、1 次翻堆后、2 次翻堆后、3 次翻堆后、4 次翻堆后测量培养料的质量、水分、酸碱度; 每次翻堆后装袋 60 袋, 准确称取料袋质量, 记录每次取样质量; 取 30 袋上锅进行短时间蒸料发酵熟化, 另 30 袋发酵料放置接种室; 开放式接种, 保证接种时间、发菌条件一致。

测定培养料的质量、水分、酸碱度时, 分别从翻堆后的料堆上、中、下 3 层^[5]共取样品 500 g, 混匀, 放入烘箱 65℃烘至

恒质量,称质量,计算培养料含水量。酸碱度测定参照文献[6]的方法进行,并观察发酵料的色泽、气味、放线菌分布多少。重复3次。

1.4 菌袋培养与出菇采收

接种料袋搬入同一大棚或发菌室发菌,保持发菌环境清洁卫生,环境温度控制在22℃左右,在氧气充足、暗光、干燥条件下进行常规培养。及时翻袋,检查杂菌,使菌袋发菌一致,记录菌种萌发时间、菌丝长势(菌丝颜色、粗细、分叉、密度等)、感染菌袋数、满袋时间等;菌丝发满后搬入出菇棚,采用墙式堆积法出菇,菇棚地面垫遮阳网或编制袋,将菌袋摆于其上,堆高视环境温度而定,进行温、光、湿、气常规管理,记录现蕾时间、菇体大小、颜色、朵形、硬度、数量等形态;子实体八分成熟时及时采收。记录采收时间、子实体质量等。

1.5 数据分析

采用 Excel、SPSS 17.0 软件对试验数据进行统计分析^[7]。

表 1 平菇菌丝在不同栽培料下的生长情况

栽培料	拌料时间 (月-日)	接种时间 (月-日)	接种 1 周后的 菌丝情况	接种 2 周后的 菌丝情况	发菌时间 (d)	发菌成功率 (%)
生料	08-28	09-01	不萌发,料发臭	萌发差	44	14
灭菌料	08-28	09-01	萌发好	较好	27~28	97
发酵料	08-25	09-01	萌发不明显	较好	29~30	98
发酵后熟料	08-25	09-01	萌发好	长势好、发菌整齐	23	100



从左向右依次为发酵后熟料、发酵料、灭菌料、生料
图1 培养料不同处理菌丝生长情况

2.2 不同栽培料对平菇子实体生长的影响

由表2可见,由不同栽培料培养的平菇,其出菇早晚和产量有较大差别,出菇相对最早的是发酵后熟料,于10月1日出菇,其次是发酵料和灭菌料,均于10月4日出菇,出菇相对最晚的是生料,于10月28日出菇;生物学效率相对最高的是灭菌料栽培,生物学效率为52.2%,其次为发酵后熟料,生物学效率为50.0%,生物学效率相对最低的为生料,仅为33.0%。由此可见,出菇相对最早的是发酵后熟料栽培,产量相对最高的是灭菌料栽培,而发酵后熟料栽培的产量高于发酵料栽培,说明灭菌培养料经发酵会使平菇产量降低,而发酵料在熟化后又可使其产量有一定程度的提高;生料栽培出菇相对最晚,产量最低,这可能是由于生料栽培时季节温度过高,不利于其发菌,造成菌丝生长缓慢、长势差。

2.3 发酵料不同翻堆次数对平菇菌丝生长的影响

2.3.1 对含水量、pH 值、感官的影响 由表3可见,培养料在发酵翻堆过程中的含水量呈不断降低趋势,建堆后的培养料含水量相对最高,平均含水量为60.8%,在1次翻堆后降

2 结果与分析

2.1 培养料不同处理方式对平菇菌丝生长的影响

由表1、图1可见,接种1~2周后,菌丝萌发相对最好的是发酵后熟料,其次是灭菌料,再次是发酵料,最差的是生料,菌丝几乎不萌发,料发臭,这可能是由于试验接种培养时间在8月底9月初,中午发菌棚的温度达33℃以上,生料易孳生细菌而受到污染;发菌满袋时间最短的是发酵后熟料,为23d,其次是灭菌料,为27~28d,最长的是生料,为44d;从发菌成功率看,最好的是发酵后熟料,达100%,其次是灭菌料,达98%;发菌成功率相对最差的是生料,仅为14%,这可能是开放式接种导致生料受污染率高,进而影响平菇菌丝生长。由此可见,4种栽培料中,菌丝长速、长势表现相对最好的是发酵后熟料,具有菌丝长速快、长势好、发菌成功率高的优点。

表 2 培养料不同处理方式下平菇子实体的生长情况

栽培料	头茬菇采收时间 (月-日)	一、二茬生物学效率 (%)
生料	10-28	33.0
灭菌料	10-04	52.2
发酵料	10-04	46.3
发酵后熟料	10-01	50.0

低为59.9%,后依次降低为59.1%、58.8%、55.9%,这可能是发酵过程中微生物生长繁殖会耗费一部分水分,同时料堆表面蒸发也会带走一部分水分;建堆后培养料的平均pH值为7.7,经过1次翻堆发酵后,pH值迅速降低为7.3,这可能是由于培养料中细菌、酵母菌等的大量繁殖而引起;之后,发酵过程中的培养料酸碱度缓慢降低,翻堆4次后平均pH值为6.9,这可能是由于不耐高温的细菌、酵母菌活体在料中存活减少,其残体腐烂,体内物质渗出,造成了pH值的下降。不同翻堆次数后培养料的色泽发生明显变化,第1次翻堆后的发酵料呈黄褐色,部分料有臭味,可能是通气不好造成部分料厌氧发酵;2次翻堆后的发酵料色泽变化不明显,未见白色放线菌菌落;3次翻堆后的发酵料为黄褐色,有少量放线菌,上下通体色泽基本一致,手抓料略有弹性、无臭味;4次翻堆后的料偏灰白色,放线菌数量有明显增加。

表 3 不同翻堆次数后培养料的 pH 值和水分变化

取样时间	培养料灭菌前 pH 值				培养料灭菌前水分(%)			
	I	II	III	平均值	I	II	III	平均值
建堆后	7.5	7.8	7.8	7.7	61.1	60.2	61.0	60.8
翻堆 1 次	7.2	7.0	7.3	7.2	59.4	59.7	59.9	59.9
翻堆 2 次	7.0	7.1	7.0	7.0	59.0	59.3	59.1	59.1
翻堆 3 次	6.9	7.0	7.0	7.0	58.6	58.7	58.9	58.8
翻堆 4 次	6.8	7.0	6.9	6.9	57.4	54.7	55.9	55.9

2.3.2 对平菇菌丝生长的影响 由图 2、图 3 可见,发酵料 1 次翻堆后的平菇菌丝长速为 0.61 cm/d,2 次、3 次翻堆后的平菇菌丝长速均为 0.65 cm/d,4 次翻堆后的长速为 0.63 cm/d,说明棉籽壳发酵料以翻堆 2~3 次为宜,发酵时间过短或过长均影响菌丝生长,发酵过短,培养料不利于菌丝吸收养分,发酵过长,大量白色嗜热放线菌吸收了培养中的部分养分,从而影响平菇菌丝的生长;发酵后熟料在同样翻堆条件下,发酵后熟料的菌丝长速均较发酵料高,翻堆 2 次的发酵后熟料菌丝长速相对最快,为 0.72 cm/d,说明发酵料在熟化后更利于菌丝的分解吸收。

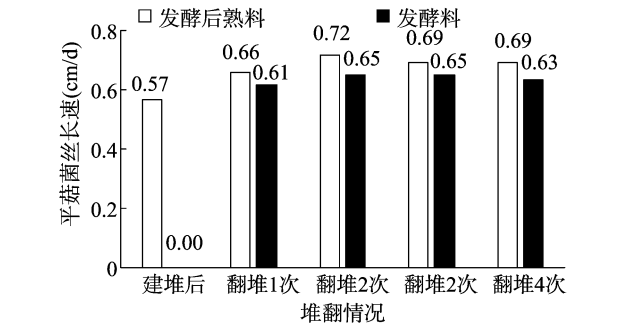


图2 发酵料不同处理对平菇菌丝长速的影响



第 1 排为发酵后熟料菌棒,第 2 排为发酵料菌棒

图3 发酵料不同处理后平菇菌丝生长情况

由表 4 可见,不同处理的发酵料平菇菌丝长势有明显差别,不同翻堆次数的发酵料在接种后 1 周内菌丝萌发定植较慢,2 周后长势增强;不同翻堆次数的发酵后熟料在接种后 1 周内菌丝迅速定植,菌丝长势好;接种 2 周后长势相对最好的为翻堆 3 次的发酵后熟料,菌落边缘整齐、菌丝浓白;翻堆 4 次的发酵后熟料菌丝长势稍弱。可见,发酵后熟料菌丝长速、长势明显好于发酵料,萌发快、定植早,并以翻堆 2~3 次处理效果最佳。

2.3.3 对平菇出菇的影响 由图 4 可见,在同样翻堆发酵情况下,发酵后熟料栽培的平菇生物学效率均高于发酵料;2 次

表 4 发酵料不同处理对平菇菌丝长势的影响

栽培料	1 周后菌丝长势	2 周后菌丝长势	栽培料	1 周后菌丝长势	2 周后菌丝长势
建堆后熟料	++	+++	翻堆 3 次发酵料	++	+++
翻堆 1 次发酵料	++	+++	翻堆 3 次后熟料	+++	++++
翻堆 2 次后熟料	+++	+++	翻堆 4 次发酵料	++	+++
翻堆 2 次发酵料	++	+++	翻堆 4 次后熟料	+++	+++
翻堆 2 次后熟料	+++	+++			

注:“++++”“+++”“++”表示菌丝长势由强到弱。

翻堆后,发酵后熟料和发酵料栽培的平菇生物学效率相对最高,分别为 82.67%、75.50%;后随翻堆次数的增加平菇生物学效率降低。

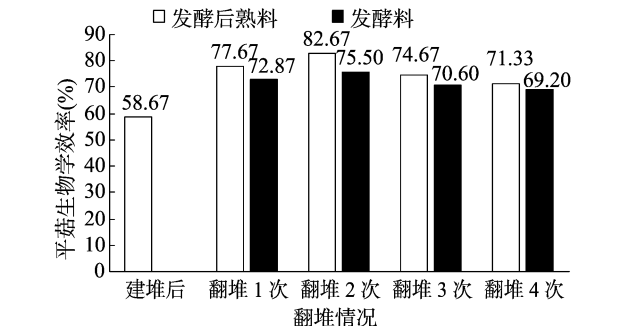


图4 发酵料不同处理对平菇生物学效率的影响

4 结论与讨论

棉籽壳作为平菇的栽培料,其最佳处理方式为将培养料拌匀,常规发酵,翻堆 2 次,翻堆时机以料中间温度上升到 60~65℃维持 24 h 为准;发酵料摊开晾凉,装袋,上锅进行短时间蒸料,蒸料程序为装锅后大火猛攻,待覆盖料的薄膜鼓起 40~50 min,放气 1~2 次,再大火猛攻,待薄膜鼓起保持 3~5 h,停火焖 1 夜;料温降至室温时进行开放式接种。以这种方式制成的栽培料平菇发菌成功率达到 100%,菌丝萌发快、

定植早,长速高达 0.72 cm/d,生物学效率高达 82.67%,且在运输途中不易开裂。采用开放式接种时的平菇发菌成功率达到 100%,这将具有非常重要的意义,既可避免菇农由于担心发酵料中有虫卵而大量使用杀虫剂,又避免了接种时过分强调无菌操作,改善了菇农的接种操作环境。培养料在翻堆发酵过程中会出现 pH 值降低的现象,在发酵料中可添加石灰以防止发酵后 pH 值的降低。培养料在翻堆发酵过程中须选择合适的翻堆次数,翻堆次数少,培养料发酵时间短,大分子物质未被分解,基质理化性质不利于平菇吸收利用,而翻堆次数多、发酵时间过长,营养物质会消耗过多,会使平菇生长出现营养不足,导致产量下降。

须补充说明的是,在生产过程中,针对发酵料栽培引起平菇产量降低的现象,尝试在出菇过程中喷洒氨基酸水溶肥 100 倍液,这不仅起到一定的增产作用,同时也出现菇质韧性好、不易开裂的现象,达到优质、高产的目的。另外,在河南省信阳市推广平菇发酵后熟料栽培技术过程中,菇农对发酵料的熟化时间长短不一,在二次翻堆基础上蒸料时间长短对平菇生长的影响有待进一步验证,以探索出发酵料最佳的熟化时间。

参考文献:

[1] 龚风萍,张应香,段庆虎,等. 河南省平菇栽培技术改进与创新[J]. 安徽农业科学,2014,42(29):10105-10106,10108.

蔡子平,王宏霞,王国祥,等. 濒危药用植物秦艽种子的灌浆特性[J]. 江苏农业科学,2017,45(23):143-146.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.23.039

濒危药用植物秦艽种子的灌浆特性

蔡子平^{1,2,3}, 王宏霞^{1,2,3}, 王国祥^{1,2,3}, 米永伟^{1,2,3}, 晋玲⁴

(1. 甘肃省农业科学院中药材研究所,甘肃兰州 730070; 2. 甘肃省中药材种质改良与质量控制工程实验室,甘肃兰州 730070;
3. 甘肃省名贵中药材驯化与种苗繁育工程中心,甘肃兰州 730070;4. 甘肃中医药大学,甘肃兰州 730000)

摘要:在 4 年生秦艽品系 GQ05-2 采种田中选取健壮植株作为研究对象,于开花盛期选取同一天开花的植株用吊牌标记,并从标记后 4 d 开始,每隔 4 d 采样 1 次,分别测定秦艽种子千粒鲜质量、千粒干质量、种子含水量等指标,对秦艽种子灌浆动态进行研究,旨在为秦艽种子采收提供理论和技术依据。结果表明,秦艽种子千粒鲜质量在开花后第 40 天达到最大值,随后迅速下降到接近干质量的水平;秦艽种子籽粒千粒质量变化呈“S”形曲线趋势,符合 Logistic 方程,花后第 4~8 天种子千粒鲜质量缓慢增加,灌浆处于渐增期,花后第 8~28 天种子鲜质量快速增加,灌浆进入快增期,花后第 29~40 天为稳增期,鲜质量增加速度趋于平稳,并在花后第 40 天左右千粒鲜质量达到最大值(0.221 7 g),开花后第 60 天灌浆基本结束。灌浆速率呈“快—慢—快—慢”规律,籽粒脱水速率大致随灌浆的进行而加快,含水量持续下降,含水量下降最快的时期为灌浆高峰结束期。由结果可以看出,秦艽种子籽粒脱水加快、干质量和含水量趋于稳定是种子成熟的标志,采收期应在开花后第 56 天左右(9 月中下旬),蒴果种荚尚未开裂时为最佳,秦艽种子应根据成熟情况采取及时分批采收为宜。

关键词:濒危;药用植物;秦艽;种子灌浆特性;最佳采收期

中图分类号: S567.23+9.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)23-0143-04

中药材秦艽为我国常用的大宗中药材之一,也是甘肃省道地中藏药材之一。《中华人民共和国药典》(2010 年版一部)收录的秦艽药材原植物为龙胆科植物秦艽(*Gentiana macrophylla* Pall.)、粗茎秦艽(*G. crassicaulis* Duthie ex Burk.)、麻花秦艽(*G. straminea* Maxim.)与小秦艽(*G. dahurica* Fisch.)^[1]。秦艽药用历史已有 2 000 多年,始载于《神农本草经》,具有祛风除湿、退虚热、止痹痛之功效。随着现代药理药效及新用途的开发,秦艽药材的市场需求量增加,价格上涨,人们在利益驱使下疯狂采挖野生秦艽资源,导致野生秦艽资源匮乏,秦艽已被列入国家三级保护野生药用植物名录^[2]。实行人工驯化栽培是解决秦艽市场供需矛盾、保护生态环境的重要手段。目前,秦艽人工驯化栽培主要以种子

繁殖为主,但秦艽种子细小,寿命短,育苗成苗率极低。秦艽种子的成熟程度直接影响着发芽率及育苗效果,如果种子采收过早,则成熟度差,如果采收过晚,则蒴果开裂,落粒现象严重,种子采收量少。秦艽种子采收时间长期以来一直依赖农户对种子颜色的经验判断,尚无统一标准,收获到的种子成熟度差异大,严重影响育苗效果及种苗质量。种子发芽率与种子灌浆特性、种子成熟度关系密切,有学者对甘肃道地中药材当归^[3]、掌叶大黄^[4-5]、甘肃贝母^[6]、蒙古黄芪^[7]等药用植物种子灌浆期种子干物质积累与种子成熟度、发芽率的关系进行了系统而深入的研究,结果表明:药用植物种子成熟度与干物质积累持续时间存在极显著正相关关系。近年来,许多学者围绕秦艽药理药效^[8]、临床应用^[9-10]及其基源植物的驯化栽培^[11-14]等方面开展了大量研究,而在其基础繁殖生物学特性方面,仅有米永伟等对麻花秦艽(*G. straminea* Maxim.)作了研究^[15],关于秦艽、小秦艽、粗茎秦艽等 3 种基源植物种子灌浆特性的研究尚未见报道。王怀林等研究表明,同属不同种植物开花与结实时期均有差异^[16]。因此,非常有必要开展中药材秦艽基源植物秦艽(*Gentiana macrophylla* Pall.)种子灌浆动态研究,以期确定人工栽培秦艽种子的最佳采收期提供理论基础和数据支撑。

收稿日期:2016-08-17

基金项目:甘肃省青年科技基金(编号:1107RJYA066);甘肃省农业科学院青年基金(编号:2011GAAS06-9);中央财政引导地方科技创新平台项目子课题(编号:2016-A-02)。

作者简介:蔡子平(1982—),男,甘肃永昌人,博士,助理研究员,主要研究方向为西北特色药用植物驯化栽培与良种繁育。Tel:(0931)7613319;E-mail:gsciaip@163.com。

通信作者:王国祥,硕士,副研究员,主要研究方向为作物遗传育种。E-mail:gdhwg@163.com。

[2]刘纯业. 利用棉籽壳栽培平菇[J]. 农业科技通讯,1980(9):12-13.

[3]黄千慧. 平菇熟料栽培关键技术研究[D]. 郑州:河南农业大学,2014.

[4]陈世昌,徐明辉. 平菇发酵料栽培技术要点[J]. 食用菌,2005,27(5):22-23.

[5]何华奇,曹晖,潘迎捷. 培养料含水量对大球盖菇菌丝生长的影响研究[J]. 安徽技术学院学报,2004,18(2):12-14.

[6]陈志松. 培养料 pH 值对菌丝生长影响的研究[J]. 中国食用菌,2000,19(2):36-37.

[7]袁志发,周静丰. 试验设计与分析[M]. 北京:高等教育出版社,2000.