

## 灰树花栽培基质配方优化研究

段静怡<sup>1,2</sup>, 王 祯<sup>1,2</sup>, 杜红慧<sup>1,2</sup>, 陶永新<sup>1,2</sup>, 饶火火<sup>3</sup>, 杨 军<sup>1,2</sup>, 朱 坚<sup>1,2\*</sup>

(1. 福建农林大学园艺学院, 福建福州 350002; 2. 福建农林大学菌物研究中心, 福建福州 350002; 3. 龙岩市土壤肥料技术站, 福建龙岩 364000)

**摘要** 以灰树花菌株 Gr0001+3 为供试菌株, 将菌丝长速、长势、原基分化速度等作为评价指标, 筛选优良基质配方和松紧度。结果表明, 基质配方为 75% 棉籽壳、8% 麦麸、15% 玉米粉、1% 石膏、1% 白糖、含水量在 65%, 且使用对折宽度 17 cm 的栽培袋在装料量湿重 880 g/袋、装料高度 16 cm 下菌丝的长速、长势、原基分化效果最佳。在此条件下灰树花菌丝生长最好, 可以在生产中推广使用。

**关键词** 灰树花; 基质松紧度; 基质配方; 菌丝生长

**中图分类号** S656 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)18-0052-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.18.015



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on Matrix Formula Optimization of *Grifola frondosa* Cultivation

DUAN Jing-yi<sup>1,2</sup>, WANG Zhen<sup>1,2</sup>, DU Hong-hui<sup>1,2</sup> et al (1. College of Horticulture, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002; 2. Mycological Research Center, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

**Abstract** *Grifola frondosa* strain Gr0001+3 was used as the tested strain, and the mycelial growth rate, growth vigor, and primordium differentiation rate were used as evaluation indicators to screen good matrix formulations and tightness. The results showed that the substrate formula was 75% cotton seed shellis, 8% wheat bran, 15% corn flour, 1% gypsum, 1% sugar, 65% moisture content, and a cultivation bag with a folded width of 17 cm. The growth rate, vigor, and primordium differentiation effect of mycelium at 880 g/bag and a filling height of 16 cm is the best. *Grifola frondosa* mycelium grew best under these conditions and can be used in production.

**Key words** *Grifola frondosa*; Matrix tightness; Matrix formulation; Mycelia growth

灰树花(*Grifola frondosa*)又名贝叶多孔菌、栗子蘑、云蕈、莲花菌等, 隶属于担子菌纲、多孔菌目、多孔菌科、多孔菌属<sup>[1]</sup>。灰树花子实体肉质柔软, 脆如玉兰, 味如鸡丝, 口感鲜美, 香味独特, 且营养丰富, 是高档珍稀食用菌; 同时, 灰树花还是十分珍贵的药用真菌, 其多糖成分是有有效的免疫调节剂, 可以同时提高机体的非特异性免疫和特异性免疫调节, 具有广阔的开发应用前景<sup>[2-4]</sup>。灰树花进行工厂化栽培始于日本 20 世纪 80 年代, 目前日本是灰树花主要生产大国, 且近年来灰树花消费量位居食用菌消费量第三, 仅次于金针菇和香菇, 但仍供不应求<sup>[5]</sup>。我国对灰树花的研究起步较晚, 由于在灰树花工厂化栽培生产中, 一直存在开片率低、开片不齐全和朵型差等问题, 灰树花工厂化栽培研究规模化、标准化水平依然较低<sup>[6]</sup>。

此外, 栽培基质是影响食用菌栽培过程产量和效益的主要因素之一<sup>[7]</sup>。目前, 灰树花栽培基质主料主要是木屑及棉籽壳, 但由于食用菌行业的快速发展, 木屑及棉籽壳资源供不应求, 导致食用菌生产成本也不断提高, 造成食用菌从业

者有一定经济压力<sup>[8]</sup>。如何选择新的合适的基质及配比、降低生产成本、提高产量及经济效益的研究将对灰树花工厂化栽培水平的提高起决定性作用<sup>[9]</sup>。为充分发挥其价值, 更好地进行灰树花工厂化设施栽培, 提高灰树花的产量及质量, 笔者对其菌丝生长阶段的生物学特性进行研究, 旨在为灰树花工厂化设施栽培提供参考。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 供试灰树花菌株 Gr0001+3 来自福建省食用菌种质资源保藏管理中心。母种培养基配方: 马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂 20 g、水 1 000 mL、pH 自然。基础培养基配方: 木屑 45%、棉籽壳 30%、麦麸 8%、玉米粉 15%、石膏 1%、糖 1%、含水量 65%。

**1.2 试验设计** 针对基质配方中主料配比和基质松紧度, 在含水量 65% 下设计 2 因素的完全随机试验, 具体因素与水平见表 1, 共设 15 个处理, 每个处理 12 袋。每个处理 3 个重复, 每个重复 4 袋, 共计 180 袋。

表 1 试验设计  
Table 1 Test design

A(松紧度, g/cm <sup>3</sup> )	B(基质主料干重配比, 木屑:棉籽壳)				
	B1(4:0)	B2(1:3)	B3(2:2)	B4(3:1)	B5(0:4)
A1(0.68)	A1B1	A1B2	A1B3	A1B4	A1B5
A2(0.63)	A2B1	A2B2	A2B3	A2B4	A2B5
A3(0.60)	A3B1	A3B2	A3B3	A3B4	A3B5

**基金项目** 福建农林大学科技创新专项“灰树花灰树花工厂化生产专用菌株选育与栽培技术研究”(CXZX2016103); 福建省木生型食用菌品种选育与产业化工程项目(fjzycxny2017010); 福建省食用菌产业体系站长(K83139296)。

**作者简介** 段静怡(1995—), 女, 河南新乡人, 硕士研究生, 研究方向: 食用菌遗传育种。\*通信作者, 教授, 从事食用菌遗传育种及食用菌工厂化栽培研究。

**收稿日期** 2020-02-27; **修回日期** 2020-03-28

A 因素: 采用对折宽度 17 cm 的栽培袋, 装料量统一控制在湿重 880 g/袋, 按试验设计分别控制 3 个装料高度 14、15、16 cm, 形成 3 个水平的装料湿重松紧度。

B 因素: 用常规的栽培料基础配方, 即木屑 45%、棉籽壳 30%、麦麸 8%、玉米粉 15%、石膏 1%、糖 1%、含水量 65%, 在

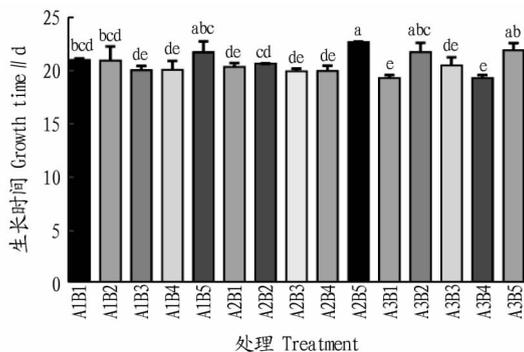
不改变木屑和棉籽壳总干重占比 75%的前提下,按试验设计设定木屑和棉籽壳的干重比例分别为 4:0、3:1、2:2、1:3、0:4 共 5 个水平,其他材料配比不变。

**1.3 测定指标与方法** 菌丝长满时间:全袋的基质均出现白色菌丝所需要的天数。菌丝全白时间:菌丝长满全袋后到菌丝全面发白所需要的天数。菌丝垫出现时间:菌丝转白后到袋口菌丝变成平整光滑,出现组织化现象所需要的天数。菌丝垫皱缩时间:菌丝垫形成后到袋口菌丝垫表面出现明显的褶皱,并伴有分泌出细小的淡黄色水珠所需要的天数。形成珊瑚状时间:菌丝垫形成后到袋口处菌丝垫皱缩到凹凸分明,且袋口有大量的水珠所需要的天数。

**1.4 数据分析及统计方法** 利用 SPSS 19.0 软件、DPS 及 Microsoft Excel 工作表对数据及图表进行统计分析<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与分析

**2.1 菌丝满袋时间** 由图 1 可知,A3B4 处理菌丝长满时间最短,仅 19.3 d,与 A3B1(19.5 d)、A2B3(20.0 d)和 A2B4(20.0 d)、A1B3(20.1 d)、A1B4(20.2 d)、A2B1(20.4 d)差异不显著。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

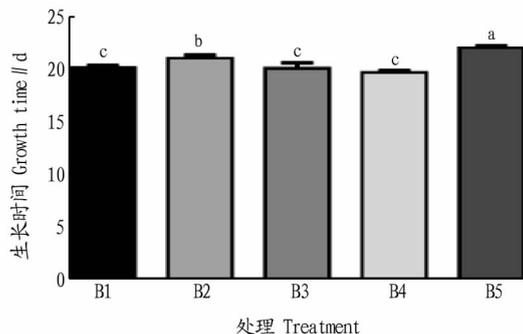
图 1 菌丝满袋时间

Fig.1 Mycelium filled time

进行  $F$  测验,发现 B 因素配方对菌丝生长的影响最大。根据试验设定木屑和棉籽壳的干重比例进行比较,结果见图 2,由图 2 可知,B 因素中 B4 处理满袋时间最短,为 19.8 d,其次是 B3 处理(20.2 d),两者差异不显著;但 B4 处理菌丝满袋时间显著短于 B1 处理,与 B2 处理、B5 处理的满袋时间有显著差异;说明 B4 处理即在木屑与棉籽壳 1:3 等量干重混合配料下最有利于灰树花菌丝生长,满袋所需时间也最短。

**2.2 菌丝全白时间** 由图 3 可知,A2B5 处理时间最短,达 1.7 d/袋,极显著短于用时第二短的 A3B3(2.9 d)和第三的 A3B2(3.0 d)。

进行  $F$  测验,发现 B 因素配方对菌丝生长的影响最大。由图 4 可知,B1、B2、B3 处理菌丝全白时间无显著差异,约 3.24 d;但 B4 处理菌丝生长到全白时间最长,达 3.78 d,B5 处理菌丝全白时间仅 2.56 d,与其他处理差异显著,表明这 2 种主料对比对菌丝全白有显著影响,其中 B5 处理菌丝全白用时最短。说明在菌丝全白时期,在主料全为棉籽壳条件下菌

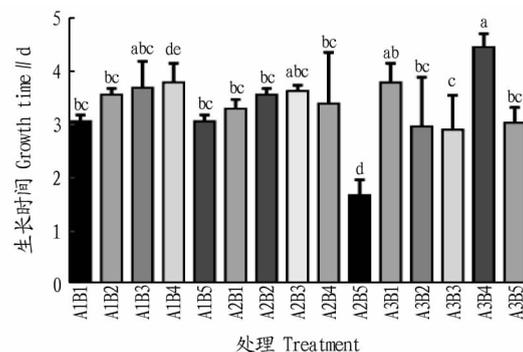


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 2 菌丝满袋时间

Fig.2 Mycelium filled time



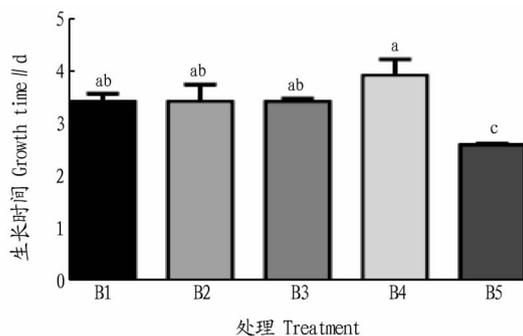
注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 3 菌丝全白时间

Fig.3 Mycelium full white time

丝生长最快最好。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

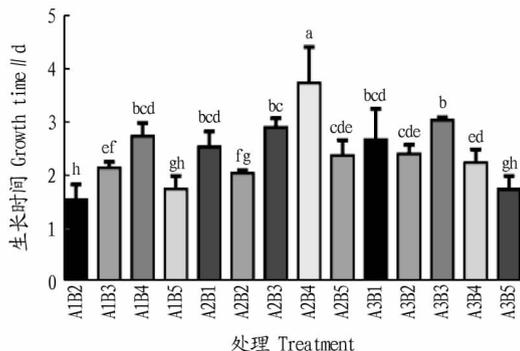
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 4 菌丝全白时间

Fig.4 Mycelium full white time

**2.3 菌丝垫形成时间** 由图 5 可知,A1B2 处理形成菌丝垫时间最短,仅 1.6 d,但与 A1B5(1.8 d)、A3B5 和 A2B2(2.0 d)、A1B1(2.0 d)3 个处理并无显著差异。对数据进行  $F$  检验,发现 A 因素和 B 因素皆对形成菌丝垫有影响。由图 6 和图 7 可知,A1B2 处理形成菌丝垫时间最短,平均时间为 1.6 d,虽

然与 A1B5 (1.8 d)、A3B5 (1.8 d) 和 A2B2 (2.0 d)、A1B1 (2.0 d) 无极显著差异,但其中有一组重复的平均时间为 1.2 d,显著高于其他处理,说明 A1B2 的配方有利于菌丝垫的提前形成;考察不同处理对菌丝皱缩达到标准所需时间的影响,并进行显著性分析,结果见图 7。由图 7 可知,各处理菌丝皱缩达标准所需时间差异达显著水平,其中 A1B5、A3B5 差异极显著且该条件下所需生长时间最短,说明 B5 处理即在主料全为棉籽壳时,更有利于灰树花的菌丝垫生长,菌丝垫形成所需时间也最短,有利于菌丝皱缩达到标准,因此推测可能是棉籽壳颗粒大小和径度对菌丝皱缩影响较为显著。

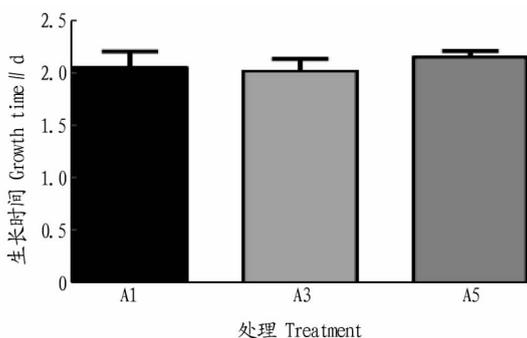


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 5 菌丝垫形成时间

Fig.5 Mycelium mat formation time



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )

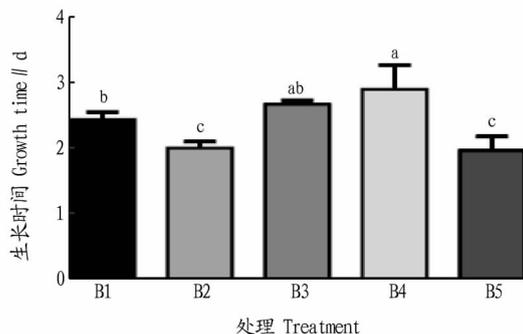
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 6 松紧度对菌丝垫生长时间的影响

Fig. 6 Effect of tightness on the growth time of mycelium mat

**2.4 菌丝皱缩时间** 由图 8 可知,各处理间菌丝皱缩达标准所需时间差异达显著水平,其中 A1B5、A3B5 差异极显著,且该条件下所需生长时间最短。进一步进行  $F$  测验,结果表明,B 因素对菌丝皱缩生长时间影响较大。由图 9 可知,B 因素中 B5 处理后菌丝皱缩时间最短为 3.9 d,其次是 B4 (7.2 d),两者差异显著;B5 的菌丝皱缩时间显著短于 B1、B2、B3、B4,与 B1、B2、B3 呈极显著差异;说明 B5 处理即在主料全为棉籽壳下最有利于灰树花的菌丝皱缩生长,菌丝皱缩所需时间也最短。

**2.5 珊瑚状形成时间** 由图 10 可知,各处理间形成珊瑚状

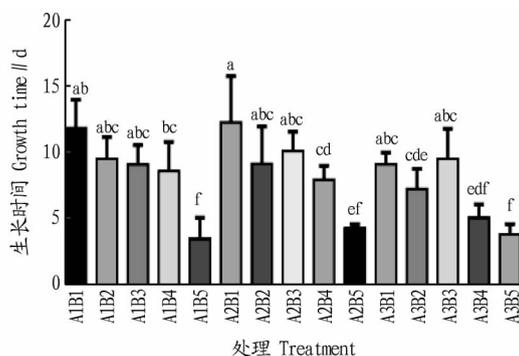


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 7 菌丝垫形成时间

Fig.7 Mycelium mat formation time

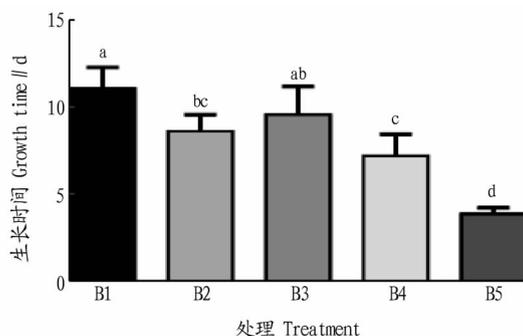


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 8 菌丝皱缩时间

Fig.8 Mycelium wrinkled time



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )

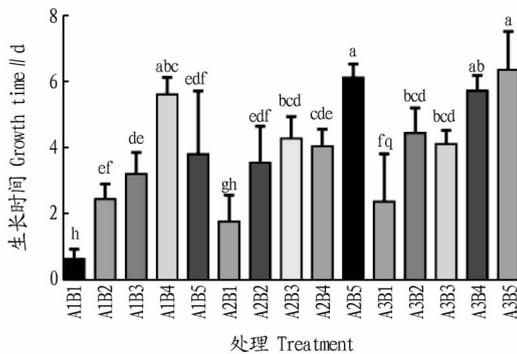
Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图 9 菌丝皱缩时间

Fig.9 Mycelium wrinkled time

的时间差异达显著水平,A1B1 与 A3B5 差异极显著,其中 A1B1 处理形成珊瑚状所需时间最短,达 0.66 d/袋。对其进行  $F$  检验,结果见图 11。由图 11 可知,A 因素中 A1 菌丝形成珊瑚状时间最短为 3.2 d,其次是 A2 和 A3,两者差异显著;说明 A1 即在装料高度为 14 cm 时最有利于灰树花菌丝形成珊瑚状,形成珊瑚状所需时间也最短。由于 A×B 交互差异

显著,即基质主料配比(B因素)和基质含水量(A因素)的组合,可能将有利于进一步缩短形成珊瑚状的时间。由图10可知,A1B1形成珊瑚状时间仅0.7 d,证实了这互作的效应。

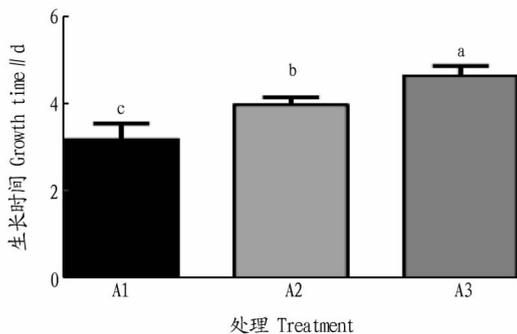


注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图10 珊瑚状形成时间

Fig.10 Coral-like formation time



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different lowercase letters indicated significant difference between different treatments ( $P<0.05$ )

图11 珊瑚状形成时间

Fig.11 Coral-like formation time

### 3 讨论

在灰树花的5个生长时间节点中<sup>[11]</sup>,每个阶段皆有一个最佳处理最利于菌丝生长;A3B4处理后菌丝满袋用时最短;A2B5处理后,菌丝全白用时最短;菌丝垫生长阶段,A1B2是最佳处理;且菌丝皱缩期间,基质主料配比单因素影响最显著;A1B1处理后,形成珊瑚状时期该阶段菌丝长速、长势

最佳。综合全程菌丝生长时间进行对比,A2B5处理菌丝生长时间最短,最利于菌丝生长。而从松紧度对灰树花G-0001+3品种的菌丝生长速度及长势分析,菌丝满袋时,装袋16 cm的松紧度最佳;在菌丝全白和菌丝垫生长时期,装袋15 cm高度的松紧度最利于菌丝生长;而在菌丝皱缩期间对于松紧度无特殊要求,但在形成珊瑚状时期14 cm高度的松紧度利于其生长。综合分析,松紧度对菌丝生长完整过程的影响是随着菌丝的生长决定的,松紧度越紧越好;这与王明才等<sup>[12]</sup>的松紧度结果是相符合的,但考虑在菌丝生长前期,栽培料疏松更有利于菌丝生长,所以需要在15~16 cm验证最佳菌丝生长高度,需要进一步试验检测。

从基质主料对比对灰树花5个生长时间节点分析,在菌丝满袋时期,栽培料基质主料配比(木屑:棉籽=1:3)最有利于该时期菌丝生长;菌丝全白时期若基质主料配比为木屑:棉籽=0:4,在这个时期菌丝生长更加迅速;在菌丝垫生长、形成珊瑚状阶段与菌丝全白时期的基质主料配比为B5处理,即在主料全为棉籽壳时菌丝生长状态更佳,生长速度最快。综合分析,在整个菌丝生长阶段,棉籽壳所占基质主料比例越高,越利于菌丝生长,能更快更好地促进菌丝的生长。

### 参考文献

- [1] 郭家瑞,王卫国,李磊,等.灰树花研究概述[J].食用菌,2010,32(4):1-2.
- [2] 周永斌,张志军,曹惠君,等.灰树花的生物学特性及栽培技术[J].天津农林科技,2010(5):24-25.
- [3] 杜守坤.灰树花栽培技术[J].北京农业,2003(3):17-18.
- [4] 潘辉.工厂化生产相关工艺对灰树花(*Grifola frondosa* (Dick. Fr.) S.F. Gray)生长发育影响的研究[D].重庆:西南大学,2011.
- [5] 关海宁,刁小琴,徐桂花,等.Duncar新复极差法优化特色“明目”花草茶工艺的研究[J].饮料工业,2010,13(6):30-33.
- [6] 张松,沈如冰,乐以成.不同营养基质与条件对灰树花生长的影响[J].植物资源与环境学报,2003,12(1):21-25.
- [7] 阮海东,陈秀娟,林程,等.福建省灰树花工厂化栽培技术[J].东南园艺,2015,3(4):82-84.
- [8] 倪新江,潘迎捷.木腐菌食用菌的几种常用栽培原料的成分分析[J].食用菌,1996(4):7.
- [9] 赵东江,关海宁,刁小琴,等.新复极差结合数学模型优化稻壳灰制备白炭黑工艺及结构表征[J].粮食与饲料工业,2012(12):8-11.
- [10] 刘振伟,史秀娟.莱芜灰树花生物学特性研究[J].生物技术,2007,17(2):31-34.
- [11] 钱友安,曾宪森,徐雪玲.灰树花栽培的五个技术关键[J].食用菌,2003(3):36.
- [12] 王明才,于清伟,安秀荣,等.灰树花泰山-1生物学特性研究[J].山东农业科学,2014,46(6):73-75.