

# The Effects of Different Dosage of Biological Fertilizer on Growth and Yield of Maize

Mingyun Li, Xian Shi\*, Mingjie Shi, Yarong Yang, Tao Yue, Weihong Zhou, Wengxiang He, Zhixiong Jin, Yangzhi Mao

College of Life Science and Technology, Honghe University, Mengzi Yunnan  
Email: 1554243064@qq.com, \*shixiang841123@163.com

Received: Jun. 2<sup>nd</sup>, 2017; accepted: Jun. 13<sup>th</sup>, 2017; published: Jun. 16<sup>th</sup>, 2017

## Abstract

The methods by simulating the pot experiment were used to analyze the effects on biological fertilizer application amount on the growth and yield of corn in different growth period. The results showed that the application of bio fertilizer can not only promote the growth of maize, but also can improve the yield of maize. Different application rate of fertilizer on Maize Jointing Stage and flowering stage of the leaf width, leaf length and plant height has a significant role in promoting the 22.5 g/basin fertilizer application rates on Maize Jointing Stage; the leaf width, leaf length, plant height and flowering period of the leaf width and length increased most significantly, compared with CK respectively significant growth of 38.1%, 22.7%, 28.7%, 24.7% and 9.24%; the fertilizer application amount of 7.5 g/basin on maize plant height and flowering stage of maize mature straw weight effect best, compared with CK were significantly increased by 15.5% and 34.8%. Fertilizer application could increase the yield of corn; the 22.5 g/basin fertilizer dosage on Maize spike weight and seed yield effect best, compared with CK were increased by 208.2% and 45.5%; 15 g/basin fertilizer application amount on 100 grain weight effect best, increased by 14.5% compared with CK. The best correlation analysis between corn maturity and yield of maize straw weight traits showed that panicle weight and stalk weight showed significantly positive correlation; the rate of seed weight showed a significantly positive correlation with spike.

## Keywords

Biological Fertilizer, Maize, Yield, Growth Period

# 不同施用量生物菌肥对玉米生长发育及产量的影响

黎明云, 施 娴\*, 石明杰, 杨亚荣, 岳 洵, 周卫红, 何文祥, 金志雄, 毛杨志

\*通讯作者。

文章引用: 黎明云, 施娴, 石明杰, 杨亚荣, 岳洵, 周卫红, 何文祥, 金志雄, 毛杨志. 不同施用量生物菌肥对玉米生长发育及产量的影响[J]. 农业科学, 2017, 7(3): 209-215. <https://doi.org/10.12677/hjas.2017.73027>

红河学院生命科学与技术学院, 云南 蒙自  
Email: 1554243064@qq.com, shixiang841123@163.com

收稿日期: 2017年6月2日; 录用日期: 2017年6月13日; 发布日期: 2017年6月16日

## 摘要

本文采取模拟盆栽试验的方法, 研究不同施用量生物菌肥对玉米不同生育期生长发育和产量的影响。结果表明: 施用生物菌肥不仅能够促进玉米的生长发育, 也能提高玉米的产量。不同施用量菌肥对玉米拔节期和开花期的叶宽、叶长和株高具有显著的促进作用, 其中22.5 g/盆的菌肥施用量对玉米拔节期的叶宽、叶长、株高和开花期的叶宽、叶长的促进作用最显著, 较CK分别显著增长了38.1%、22.7%、28.7%、24.7%和9.24%, 7.5 g/盆的菌肥施用量对玉米开花期株高和玉米成熟期的秸秆重量的促进作用最好, 较CK分别显著增长了15.5%和34.8%。菌肥的施用能够增加玉米的产量, 其中22.5 g/盆的菌肥施用量对玉米的穗重和出籽率的促进作用最好, 较CK分别增长了208.2%和45.5%; 15 g/盆的菌肥施用量对玉米百粒重的促进作用最好, 较CK增加了14.5%。玉米成熟期的秸秆重量与玉米各产量性状之间的相关性分析显示, 穗重与秸秆重量呈极显著的正相关性, 出籽率与穗重呈极显著的正相关性。

## 关键词

生物菌肥, 玉米, 产量, 生长发育期

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

生物菌肥是指包含细菌、真菌以及藻类的有选择性的生物肥料, 其功效主要与营养元素的来源和有效性有关, 或与作物吸收营养、水分和抗病有关[1]。施用菌肥可以增进土壤肥力, 协助农作物吸收营养, 增强植物抗病和抗旱能力[2]。生物菌肥能够在施入土壤后对土壤起到改良作用, 土壤营养利用率也会提高, 同时也会防止环境及土壤污染, 对创建高产农田循环系统及农业的稳产增收都有促进作用[3]。刘旭等[4]施用 EM 生物有机肥对促进甜玉米生长的研究表明, 其对甜玉米的株高和叶面积的增加均有帮助。王国基[5]研究表明菌肥配施化肥减量对玉米株高的影响表现出相对滞后的特点, 菌肥 + 85%化肥, 不但不会影响玉米株高, 还比一些物候期株高较全量化肥有所提高。李强[6]等通过旱作玉米在测土配方施肥基础上增施 EM 菌肥, 主要是通过增加玉米穗粒数, 进一步达到显著的增产增收效果。段淇斌等[7]研究表明施用菌肥对玉米的生长具有促进作用, 体现在株高较对照增加 6.3%。本文以“标优美”生物菌肥为供试菌肥, 采取模拟盆栽试验, 通过以不同施用量的菌肥作为底肥基肥的方法来研究其对玉米生长发育及产量的影响, 探讨菌肥的最佳施用量, 旨在为筛选出在玉米栽培过程菌肥的最佳施用量提供理论依据。

## 2. 材料与方

### 2.1. 试验材料

供试土壤为云南省个旧市大屯周边的土壤(0~20 cm), 土壤经风干磨细过 2 mm 筛备用, 其基本农化

性质为:全氮:1.033 g/kg、全磷:0.683 g/kg、全钾:5.194 g/kg、速效氮:60.9 mg/kg、速效钾:49.955 mg/kg、有机质 14.10 g/kg。供试玉米品种为红河州农科所人工多代选择育成自交系品种“红单3号”。供试菌肥为南京标优美生态工程股份有限公司生产的“标优美”生物有机肥III,产品指标:N+P+K $\geq$ 5%、有机质 $\geq$ 50%、水分 $\leq$ 30%、中微量元素 $\geq$ 1%、有效活性菌 $\geq$ 5亿/g。化肥种类为尿素(含N 460 g/kg),过磷酸钙(有效P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> $\geq$ 16.0%)和硫酸钾(含K<sub>2</sub>O 500 g/kg)。

## 2.2. 试验方法

试验采用模拟盆栽试验方法,于2016年1月在红河学院温室大棚进行。采用30 cm $\times$ 27 cm的聚乙烯塑料盆,每盆装风干土10 kg,定植2株。试验设5个处理:(1)不施菌肥(CK);(2)施菌肥3.5 g/盆(简称SJ-1);(3)施菌肥7.5 g/盆(简称SJ-2);(4)施菌肥15 g/盆(简称SJ-3);(5)施菌肥22.5 g/盆(简称SJ-5)。各处理N(尿素)、P(过硫酸钙)、K(硫酸钾)肥一致,其中N肥50%做基肥施入,其余50%做追肥施入。P、K肥做基肥一次施入。试验随机区组排列,8次重复。

## 2.3. 采样分析

分别在玉米的拔节期,开花期和灌浆期量取玉米植株的叶宽、叶长和株高,到玉米收获期时将其从地上部分砍取,在实验地根据各个器官进行分类,分别放入网袋。拿回实验室后放置于烘箱中,在80 $^{\circ}$ C下烘干至恒重,称玉米穗干重后脱粒后再分别称玉米籽粒干重和玉米植株的秸秆重量。

## 2.4. 数据处理与统计分析

采用Microsoft Office Excel 2003软件作原始数据的整理,SPSS Statistics 13.0软件作单因素方差分析和相关分析,Microsoft Office Word 2003软件作图表分析。

# 3. 结果分析

## 3.1. 生物菌肥对玉米不同生育期叶宽的影响

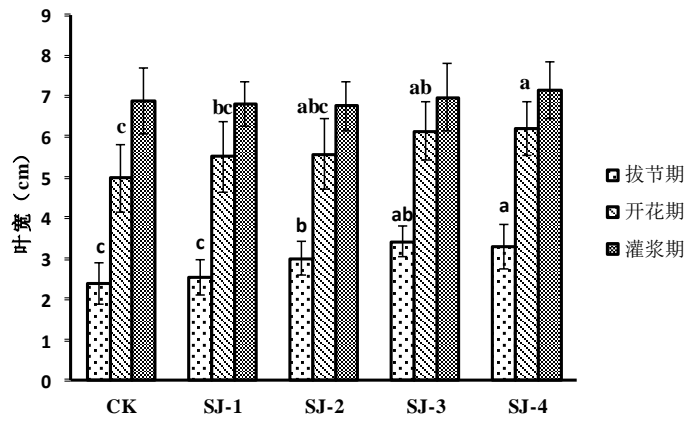
图1中可以看出:玉米叶片随着生育期的推移呈现不断加宽的趋势,拔节期到开花期玉米叶宽增长最快,开花期过后叶宽仍在增加,但增长率有所下降。试验证明,施用菌肥能够促进玉米叶宽的增加,在拔节期和开花期其效果最为显著。拔节期间,SJ-2、SJ-3和SJ-4的叶宽较CK分别显著增长了6.28%、25.9%和43.5%;开花期间,SJ-3和SJ-4的叶宽与较CK显著增长了23.3%和24.7%;灌浆期间:SJ-1和SJ-2的叶宽较CK降低了1.3%和2.0%,SJ-3和SJ-4的叶宽较CK增长了1.16%和3.48%。因此SJ-4对玉米拔节期和开花期叶宽的促进作用最显著。

## 3.2. 生物菌肥对玉米不同生育期叶长的影响

图2可知玉米叶长随着生育期的推移而增长,其中开花期的增长率明显大于灌浆期的增长率。试验证明施用菌肥能够显著增加玉米拔节期、开花期和灌浆期的叶长。拔节期间,SJ-3、SJ-4的叶长较CK显著增长了21.4%和22.7%;开花期间和灌浆期间SJ-1、SJ-2、SJ-3、SJ-4的叶长与CK的叶长存在显著差异,说明施用菌肥能够促进玉米开花期和灌浆期叶长的增长,其中SJ-4的促进作用最显著,较CK显著增长了9.24%和6.28%。

## 3.3. 生物菌肥对玉米不同生育期株高的影响

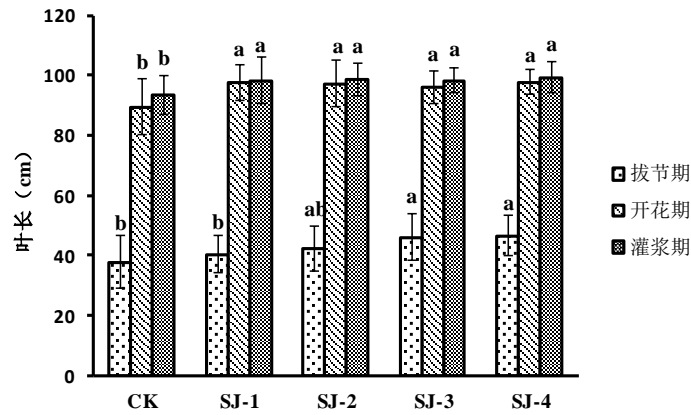
图3可以看出,玉米株高随着生育期的推移而增长。拔节期间,SJ-2、SJ-3和SJ-4的叶长较CK显著增长了15.5%、25.3%和28.7%;开花期间,SJ-2的株高较CK显著增长了11.4%;灌浆期间,随着菌



注：不同字母表示处理间有显著差异，相同字母表示处理间无显著差异， $P < 0.05$ 。各处理组表示如下，CK：不施菌肥；SJ-1：施 3.5 g 菌肥；SJ-2：施 7.5 g 菌肥；SJ-3：施 15 g 菌肥；SJ-4：施 22.5 g 菌肥。下同。

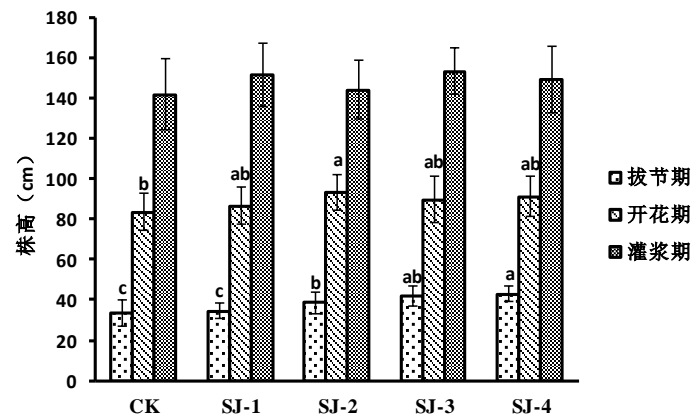
**Figure 1.** Effects of different dosage of biological fertilizer maize leaf width in different growth stages

**图 1.** 不同施用量菌肥对玉米不同生育期叶宽的影响



**Figure 2.** Effects of different dosage of biological fertilizer maize leaf length in different growth stages

**图 2.** 不同施用量菌肥对玉米不同生育期叶长的影响



**Figure 3.** Effects of different dosage of biological fertilizer maize plant height in different growth stages

**图 3.** 不同施用量菌肥对玉米不同生育期株高的影响

肥施用量的增加玉米的株高呈现不同程度的增加,但各处理间均无显著差异。因此, SJ-4 对玉米拔节期株高的促进作用最显著, SJ-2 对玉米开花期株高的促进作用最显著。

### 3.4. 生物菌肥对玉米成熟期秸秆重量的影响

图 4 可以看出:生物菌肥的施用对玉米秸秆干物质质量有明显增加效果,但随着生物菌肥的增加玉米秸秆干物质质量呈下降趋势, SJ-1, SJ-2, SJ-3, SJ-4 处理后的玉米秸秆重量较 CK 分别增加了 41.29%, 34.83%, 25.99%, 19.12%, 其中 SJ-1 和 SJ-2 的秸秆重量与 CK 存在显著差异, 因此, SJ-1 对玉米成熟期秸秆重量的增加起到了最显著的促进作用。

### 3.5. 生物菌肥对玉米产量的影响

表 1 显示: SJ-1、SJ-2、SJ-3、SJ-4 的玉米穗重和出籽率均与 CK 的存在显著差异, 玉米穗重大小为 SJ-1 > SJ-4 > SJ-3 > SJ-2 > CK, 出籽率大小为 SJ-4 > SJ-1 > SJ-2 > SJ-3 > CK。玉米百粒重大小为 SJ-3 > SJ-4 > CK > SJ-2 > SJ-1, 各处理间均无显著差异, 由此可以看出菌肥的施用可以显著增加玉米的穗重和出籽率, 对穗重促进效果最好的是 SJ-4, 是 CK 的 3.07 倍, 其次是 SJ-1, 是 CK 的 3.06 倍; 对增大出籽率最好的是 SJ-4, 较 CK 其增幅为 45.5%, 其次是 SJ-1, 较 CK 其增幅为 37.8%。SJ-3、SJ-4 能够促进玉米百粒重的增加, 但其效果不显著, 较 CK 的增幅分别为 14.5% 和 7.86%。

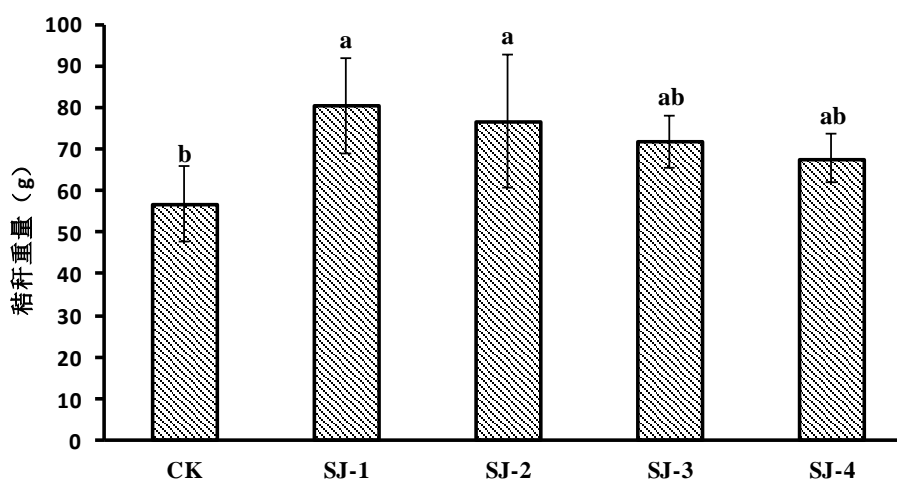


Figure 4. Effect of bio fertilizer on maize straw mature weight

图 4. 生物菌肥对玉米成熟期秸秆重量的影响

Table 1. Effect of bio fertilizer on the yield traits in Maize

表 1. 生物菌肥对玉米产量性状的影响

处理	穗重(g)	百粒重(g)	出籽率(%)
CK	13.4 ± 10.2b	28.5 ± 7.29a	51.7 ± 26.7b
SJ-1	41.0 ± 12.7a	28.0 ± 9.87a	71.3 ± 14.1a
SJ-2	35.9 ± 11.0a	28.1 ± 3.95a	67.5 ± 7.4a
SJ-3	40.8 ± 22.3a	32.6 ± 9.83a	66.7 ± 20.3a
SJ-4	41.2 ± 12.7a	30.7 ± 4.84a	75.3 ± 10.2a

注: 不同字母表示处理间有显著差异, 相同字母表示处理间无显著差异,  $P < 0.05$ 。各处理组表示如下, CK: 不施菌肥; SJ-1: 施 3.5 g 菌肥; SJ-2: 施 7.5 g 菌肥, SJ-3: 施 15 g 菌肥; SJ-4: 施 22.5 g 菌肥。

## 4. 结论与讨论

前人研究表明生物菌肥可以提高马尾松的根部活力,使缓苗期缩短,还可以促进马尾松的地径、株高等生长量的提高[8],施用菌肥能够显著地提高玉米植株地上部分的鲜重和总鲜重[9],明显提高玉米株高,明显增加玉米籽粒重[10]。段秀梅等[11]研究表明,混接解磷菌后株高和干重较对照分别增加了38.5%和28.9%。本研究结果表明,不同处理的玉米叶宽、叶长和株高在生育期内总体变化趋势相同,随着生育期的进行,叶宽、叶长和株高持续增大,拔节期和开花期株高增加最为迅速,开花期后,叶宽和叶长相对稳定,株高仍在不断增加,灌浆期后株高保持相对稳定。施用菌肥能够促进玉米生长量的提高,具体表现为能够增加玉米的叶宽、叶长、株高和成熟期的秸秆重量,其中15 g/盆和22.5 g/盆的菌肥施用量对玉米拔节期的叶宽、叶长和株高有显著的促进作用,较CK分别显著增长了43.5%、21.4%、25.3%和38.1%、22.7%、28.7%;15 g/盆和22.5 g/盆的菌肥施用量对玉米开花期的叶宽、叶长也有显著的促进作用。7.5 g/盆的菌肥施用量对灌浆期玉米的株高有显著的促进作用,较CK显著增长了11.4%。施用菌肥能够增加玉米成熟期的秸秆重量,秸秆重量与穗重呈显著的正相关性,秸秆重量越大其穗重也越大。3.5 g/盆和7.5 g/盆的菌肥施用量显著增加了玉米成熟期秸秆的重量,较CK显著增长了41.29%和34.83%。

孙国波[12]研究表明施用两种新型微生物肥均能明显改善玉米植株及穗部性状,能增加植株茎粗、提高穗粒数和千粒重,为玉米高产优质高效创造良好条件。试验结果表明施用菌肥能够提高玉米的穗重、百粒重和出籽率。不同施用量的菌肥处理均能显著提高玉米的穗重和出籽率,施用菌肥后玉米的穗重较CK显著增长范围为168%~206%,出籽率较CK显著增长范围为29%~45.6%。出籽率与玉米的穗重呈极显著正相关,说明穗重能够显著增加玉米的出籽率。但百粒重与穗重呈负相关,这与宋继娟[13]的穗重与百粒重呈极显著相关的结论不一致,一方面盆栽试验的玉米饱满度不及露地栽培,另一方面由于种植季节的不同导致玉米的生殖生长期缩短,从而减少玉米籽粒中生物量的累积。出籽率与百粒重呈负相关关系,百粒重与成熟期的秸秆重量呈负相关关系,出籽率与成熟期的秸秆重量呈正相关关系。由此可见,玉米成熟期的秸秆重量与玉米产量性状之间存在相互促进相互制约的关系。郭海红[14]研究表明植物对养分的吸收不是无限量的,当养分达到一定时,继续施肥反而产生抑菌效应,导致产量下降。但菌肥具有高效固氮解磷,护根壮苗抗重茬,促进植物营养吸收,预防缺素症状,抑制土传病害,改善土壤板结,提高作物产量和品质等多重功效[15]。随着菌肥施用量的增加,出籽率不断增加,在22.5 g/盆的菌肥施用量处出籽率达到最大值,说明菌肥对玉米产量有显著的促进作用;百粒重较CK有增有减,在15 g/盆的菌肥施用量处百粒重达到最大值,说明菌肥可刺激植株使作物获得增产,但其增产效果不稳定[16]。

本试验中盆栽试验是在温室大棚内进行,受到温室小气候的限制及人为条件的影响,同时由于种植数量少导致植株比露地栽培植株矮小,产量也不及露地栽培,故不能对其进行经济性性状的分析。

## 基金项目

云南省大学生创新创业训练计划项目(DCXL151017)。

## 参考文献 (References)

- [1] 陈龙. 菌肥对粮饲兼用型玉米生长和品质及土壤特性影响研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2016.
- [2] 陈廷伟, 葛诚. 我国微生物肥料发展趋向[J]. 土壤肥料, 1995, 6: 16-20.
- [3] 曾茜茜, 陆世忠. 浅谈绿肥种植的意义与发展策略[J]. 农技服务, 2014, 4: 71-72.
- [4] 刘旭, 沼孝侯, 毛欣, 等. EM 生物有机肥对甜玉米生长发育及土壤特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2010(1): 301-304.
- [5] 王国基. 根际促生专用菌肥研制及其对玉米促生作用的研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2014.

- [6] 李强, 师仰新, 常艳丽, 等. 旱作玉米增施微生物菌肥效果初探[J]. 陕西农业科学, 2016, 62(2): 45-46, 49.
- [7] 段洪斌, 赵冬青, 姚拓, 韩华雯, 刘婷. 施用生物菌肥对饲用玉米生长和土壤微生物数量的影响[J]. 草原与草坪, 2015, 2: 54-58.
- [8] 余孟杨. 复合微生物菌肥应用于马尾松造林试验研究[J]. 现在农业科技, 2009(7): 19-21.
- [9] 徐峰, 黄益宗, 蔡立群, 等. 不同改良剂处理对玉米生长和重金属累积的影响[J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(3): 463-470.
- [10] 朱云娜, 刘建国. 生物菌肥在玉米栽培上的效果[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(28): 11354-11356.
- [11] 段秀梅, 高晓蓉, 吕军, 等. 两株土壤分离菌的解磷能力及对玉米的促生作用[J]. 中国土壤与肥料, 2010(2): 79-85.
- [12] 孙国波. 新型微生物肥料对玉米生长及产量的影响[J]. 上海农业科技, 2006(3): 129-130.
- [13] 宋继娟, 柳金来, 周柏明, 等. 玉米穗部性状与产量关系的研究[J]. 吉林农业科学, 2006(4): 11-13.
- [14] 郭海红. 不同肥料配施对复垦土壤化学生物性状及玉米产量的影响[D]: [硕士学位论文]. 太谷: 山西农业大学, 2016.
- [15] 商蓉. 标优美系列生物菌肥[J]. 品牌农资, 2015(18): 24.
- [16] 栗丽, 洪坚平, 谢英荷. 生物菌肥对采煤塌陷复垦土壤生物活性及盆栽油菜产量和品质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(5): 939-944.

**期刊投稿者将享受如下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)