

Effects of *Aspergillus niger* Bio-Fertilizer on Growth Dynamics of Peanut Plants

Tian Zhang, Xiao Zhang, Xiaojun Zhang, Yuefu Wang, Xiaoxia Zou*, Minglun Wang*

School of Agriculture, Qingdao Agricultural University, Qingdao Shandong
Email: *zzouxiaoxia666@126.com, *mlwang@qau.edu.cn

Received: Apr. 30th, 2019; accepted: May 9th, 2019; published: May 16th, 2019

Abstract

The effects of *Aspergillus niger* Bio-fertilizer on the growth dynamics of peanut plants were systematically studied under field conditions with Qinghua 7 peanut cultivar as material. The results showed that under the condition of reducing compound fertilizer by 10% and applying the same amount of *Aspergillus niger* bio-fertilizer, peanut plants could still grow well. Although the main stem height, lateral stem length, main stem leaf number, lateral stem leaf number and branch number were not as good as those of conventional compound fertilizer treatment, they were significantly higher than those of the same amount of organic fertilizer under the same condition of reducing weight. Characters were also significantly higher than those of 20% weight loss plus the same amount of organic fertilizer. Decreasing compound fertilizer by 10% and applying the same amount of *Aspergillus niger* bio-fertilizer could significantly increase the number of effective branches, which was beneficial to increase the number of fruit per plant.

Keywords

Peanut, *Aspergillus niger* Biofertilizer, Plants, Growth Dynamics

黑曲霉菌生物肥对花生植株生长动态的影响

张甜, 张晓, 张晓军, 王月福, 邹晓霞*, 王铭伦*

青岛农业大学农学院, 山东 青岛
Email: *zzouxiaoxia666@126.com, *mlwang@qau.edu.cn

收稿日期: 2019年4月30日; 录用日期: 2019年5月9日; 发布日期: 2019年5月16日

摘要

在田间试验条件下, 以青花7号花生品种为材料, 系统研究了黑曲霉菌生物肥对花生植株生长动态的影响。研究表明: 在减施复合肥10%加施等量黑曲霉菌生物肥的条件下, 仍可保证花生植株良好生长,

*通讯作者。

其主茎高、侧茎长、主茎叶数、侧茎叶数、分枝数虽不及常规复合肥处理的,但显著高于同等减肥条件下加施等量有机肥的;减施复合肥20%加施黑曲霉菌生物肥的上述性状也明显高于减肥10%加施等量有机肥的。减施复合肥10%加施等量黑曲霉菌生物肥可明显增加有效分枝数,有利于增加单株结果数量。

关键词

花生, 黑曲霉菌生物肥, 植株, 生长动态

Copyright © 2019 by author(s) 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

花生作为我国重要的经济作物和油料作物,在保证食用油脂安全、优化种植业结构、促进农民增收中具有重要作用[1]。近年来由于化肥、农药的大量施用,导致土壤微生物数量和种类减少、结构破坏、病虫害增加等一系列严重问题[2]。我国土壤生态系统亟待修复。微生物肥料修复、稳定化修复、植物修复和固化修复等均为土壤修复的重要途径[3],其中微生物肥料在丰富土壤养分、提高养分利用率、分解有害物质、提高作物抗性等方面作用明显。因此,微生物肥料的施用是土壤生态系统修复的有效方法。此外,在我国“提质增效”的大背景下,为实现国家化肥农药零增长的目标,大力发展微生物肥料既是绿色、高质、高效发展的需要,也是行业在面临困境下转型的需要,更是农业绿色、可持续发展的需求。目前,国内外对微生物肥料应用于蔬菜和果树已有较多研究,微生物肥料对提高瓜果品质、改善土壤生态等效果明显[4][5],而微生物肥料在农作物尤其是花生上的应用研究较少。黑曲霉菌(*Aspergillus niger*)对含钾、含磷矿物具有风化作用,且对汞、砷等重金属具有一定的吸附作用[6],但目前仅在盐碱地改良和饲料制备上有所应用,而在花生上应用的研究未见报道。本研究选用青岛和协生物科技有限公司经紫外诱导纯化获得的、具有提高解磷解钾相关酶活性的高效黑曲霉菌株 MJ1 为主效菌而研发的黑曲霉菌生物肥,系统研究了黑曲霉菌生物肥对花生植株生长的影响,为在花生生产上应用提供依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

试验于 2017-2018 年在青岛农业大学莱阳校区试验田进行,试验地点位于北纬 36°59',东经 120°43',属暖温带半湿润季风区大陆性气候,年日照 2640 h,年均气温 12.2℃,无霜日 196 d,年降雨量 600 mm,相对湿度 69%。土壤为质地均匀的砂壤土,基础养分含量见表 1。供试品种为青花 7 号。供试黑曲霉菌生物肥由青岛和协生物科技有限公司提供(黑曲霉菌 5 亿/g,有机质 75%,N、P、K 共 5%),黑曲霉菌粉和有机母粒与成品生物肥中成分一致,普通复合肥为金正大复合肥(15-15-15)。

Table 1. Soil nutrient content of the tested soil

表 1. 供试土壤基础养分含量

土层 Soil Layer (cm)	全氮 Total N (g/kg)	碱解氮 Alkali hydrolysable N (mg/kg)	速效磷 Available P (mg/kg)	速效钾 Available K (mg/kg)	有机质 organic matter (g/kg)	PH
0~20	1.59	55.42	22.51	90.54	11.27	6.95
20~40	0.84	35.34	15.60	70.99	7.84	7.04

2.2. 试验设计

试验按施肥种类和施肥量(以 667 m² 计)不同共设 6 个处理, 分别为 T1: 不施肥; T2: 复合肥 50 kg (生产常规用量); T3: 复合肥 45 kg (90% T2) + 有机肥 10 kg; T4: 复合肥 45 kg (90% T2) + 黑曲霉菌粉 10 kg; T5: 复合肥 45 kg (90% T2) + 生物肥 10 kg; T6: 复合肥 40 kg (80% T2) + 生物肥 10 kg。随机区组设计, 重复 3 次。每处理为 1 小区, 小区长 10 m、宽 3.6 m、面积 36 m²。采用覆膜起垄种植方式, 每小区 4 垄, 每垄 2 行, 垄距 90 cm, 垄上小行距 35 cm, 穴距 11 cm (每穴 1 粒), 每 667 m² 种植 13,474 穴(株)。试验于 5 月上旬播种, 9 月中旬收获, 田间管理同大田生产。

2.3. 测定项目与方法

自花生团棵期开始每 15 天取样 1 次至收获, 每处理(中间 4 行)每次取 10 株。调查主茎高、侧茎长、主茎叶数、侧茎叶数、总分枝数和有效分枝数(收获期)。

2.4. 数据处理

数据、图表处理在 Excel 2013 下进行, 统计及差异显著性分析采用 DPS 数据处理系统 LSD 法, 其中差异显著($P < 0.05$), 差异极显著($P < 0.01$)。

3. 结果与分析

3.1. 黑曲霉菌生物肥对花生茎枝生长的影响

3.1.1. 主茎高

由图 1 可见, 各处理在花针期到结荚期(7 月 15 日~8 月 14 日)生长较快, 后期生长趋缓, 各处理表现一致。生育期内主茎以复合肥处理(T2)最高; 减施复合肥加施黑曲霉菌生物肥处理较复合肥处理降低, T4、T5、T6 间差异较小; 减施复合肥加施有机肥处理更低; 不施肥处理最低。2018 年 8 月 14 日(结荚期)调查, 加生物肥的 T4、T5 和 T6 处理主茎高分别为 53.9 cm、49.0 cm 和 44.4 cm, 虽较 T2 处理的 57.5 cm 分别降低 6.7%、17.3%和 29.5%, 但较同为减施复合肥 10%加施有机肥的 T3 处理分别增加了 30.4%、18.9%和 7.9%, 差异达显著或极显著水平, 两年试验结果一致。

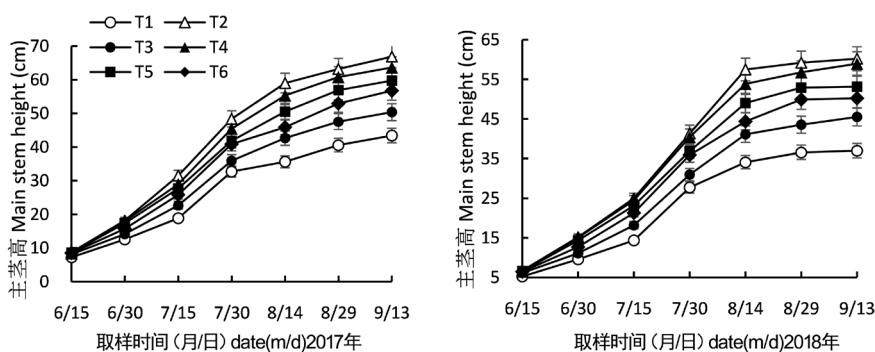


Figure 1. Effects of *Aspergillus niger* bio-fertilizer on the height of peanut main stem
图 1. 黑曲霉菌生物肥对花生主茎高的影响

3.1.2. 侧茎长

各处理侧枝长的变化趋势与主茎高类似, 且两年结果一致。2018 年 8 月 29 日测定, 减施复合肥 10% 加施生物肥的 T4 和 T5 处理侧枝长虽低于常规复合肥(T2)处理的, 但差异不显著, 而较减施复合肥 10%

加施有机肥的 T3 处理和不施肥的 T1 处理分别增加了 8.6 cm、14.8 cm 和 6.5 cm、12.6 cm，增加 15.7%、30.3%，和 11.8%、25.9%；T6 较 T3 和 T1 也分别增加 5.8%和 19.3%，差异均达显著或极显著水平(图 2)。

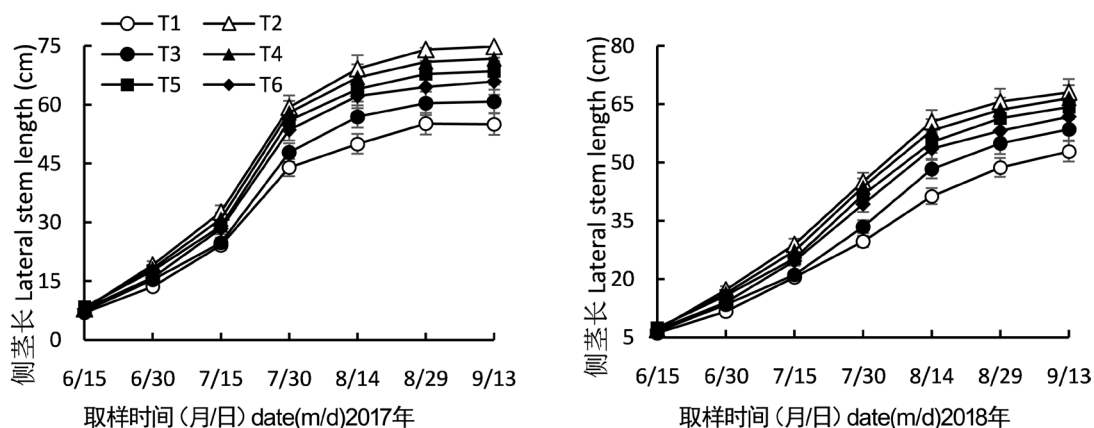


Figure 2. Effects of *Aspergillus niger* bio-fertilizer on lateral branch length of peanut
图 2. 黑曲霉菌生物肥对花生侧枝长的影响

3.2. 黑曲霉菌生物肥对花生叶片生长的影响

3.2.1. 主茎叶数

花生出苗后主侧茎叶数增长较快，进入结果后期增速放缓，各处理变化规律一致。图 3 所示，常规复合肥处理(T2)虽主茎叶数较多，但与复合肥减施、加施生物肥处理的 T4、T5 和 T6 无显著差异，而与复合肥减施 10%加施有机肥处理(T3)的和不施肥处理(T1)的差异显著。2018 年 9 月 13 日调查，T4、T5 和 T6 处理的主茎叶数分别为 19.3 片、18.3 片和 17.8 片，较 T1 和 T3 处理的 15.3 片和 16.7 片分别增加 19.6%、16.3%，18.0%、16.1%和 9.8%、6.8%，差异均达显著或极显著水平。

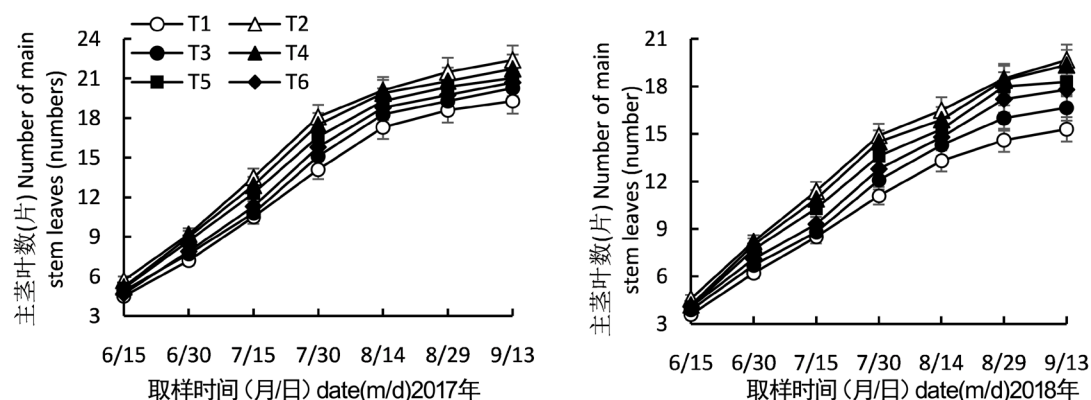


Figure 3. Effect of *Aspergillus niger* bio-fertilizer on leaf number of peanut main stem
图 3. 黑曲霉菌生物肥对花生主茎叶数的影响

3.2.2. 侧茎叶数

因主侧茎的同增效应，各处理的侧枝叶数同主茎叶数变化规律相似，两年试验结果一致。2018 年 9 月 13 日调查，常规复合肥处理(T2)的侧茎叶数虽高于减施 10%增施生物肥的 T4 和 T5 处理，但 T4 处理的为 21.0 片，仅较 T2 处理的减少 4.1%，而较 T3 和 T1 处理的 18.1 片和 17.1 片，分别增加 16.0%和 22.8%；T5 和 T6 也较 T3 和 T1 增加 8.2%、14.0%和 4.4%、10.5%，差异均达显著水平(图 4)。

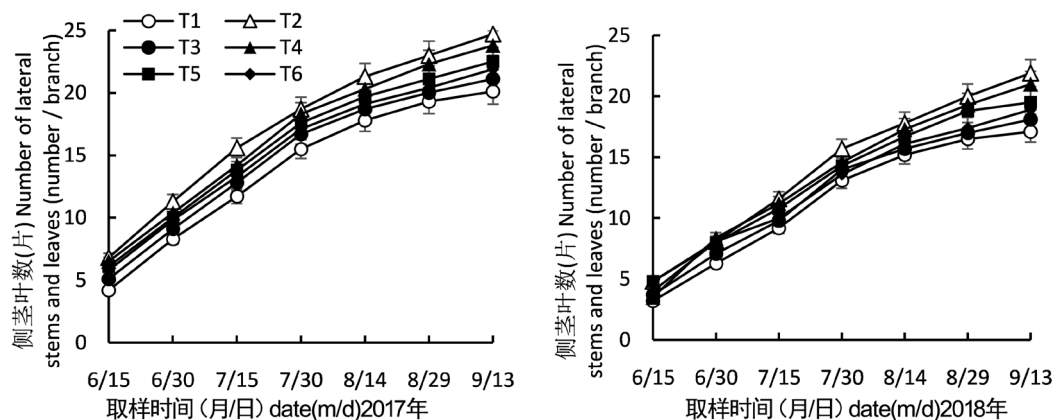


Figure 4. Effects of *Aspergillus niger* bio-fertilizer on leaf number of peanut lateral stem

图 4. 黑曲霉菌生物肥对花生侧茎叶数的影响

3.3. 黑曲霉菌生物肥对花生分枝的影响

3.3.1. 总分枝数

花生分枝的发生主要在开花下针期前,之后基本不再增加,各处理表现一致。图 5 所示,复合肥处理(T2)的总分枝数较多,与减施复合肥加施生物肥处理(T4、T5、T6)的差异不明显,但明显多于减施复合肥加施等量有机肥(T3)和不施肥(T1)处理的。2017年9月13日调查,减施复合肥 10%加施黑曲霉菌生物肥的 T4 和 T5 处理总分枝数为 11.0 个/株和 10.5 个/株,只较 T2 处理的减少 1.5%和 5.9%,而较 T3 和 T1 处理的分别增加 13.8%、19.6%和 8.6%、14.1%,减施复合肥 20%处理的(T6)也较 T3 和 T1 处理的增加 3.1%和 8.4%,除 T6 与 T3 外,差异均达显著水平,两年试验结果一致。

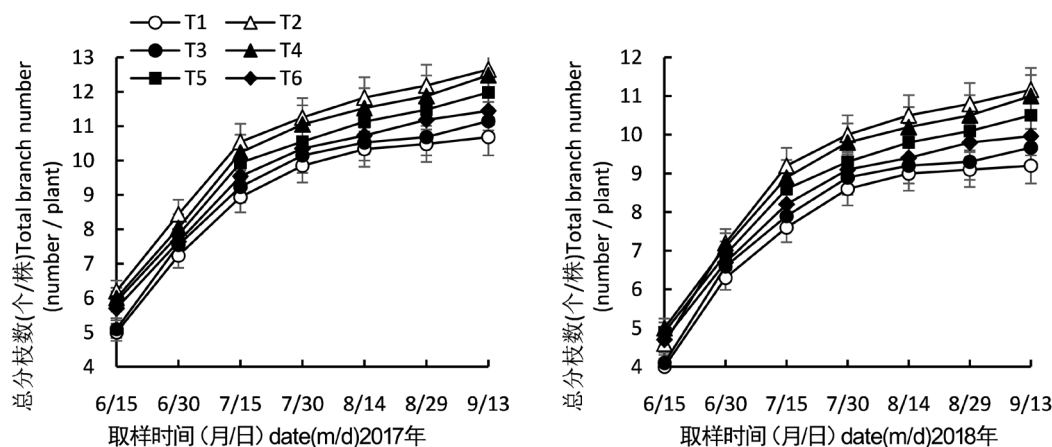


Figure 5. Effects of *Aspergillus niger* bio-fertilizer on total branch number of peanut

图 5. 黑曲霉菌生物肥对花生总分枝数的影响

3.3.2. 有效分枝数

花生荚果形成后,有效荚果逐渐增多,故而有效分枝也随之增加,至收获有效分枝数成为定数,不同处理有效分枝数差异较大。2017年调查,减施复合肥 10%加施生物肥处理(T4)的有效分枝为 9.1 个/株,较常规复合肥处理(T2)和减施复合肥 10%加施等量有机肥处理(T3)的分别增加 5.0%和 33.9%,差异达显著水平;减施复合肥 20%处理的(T6)的只较 T2 处理的减少 2.2%,而较 T3 处理增加 24.8%,差异达显著水平,两年试验结果基本一致(图 6)。

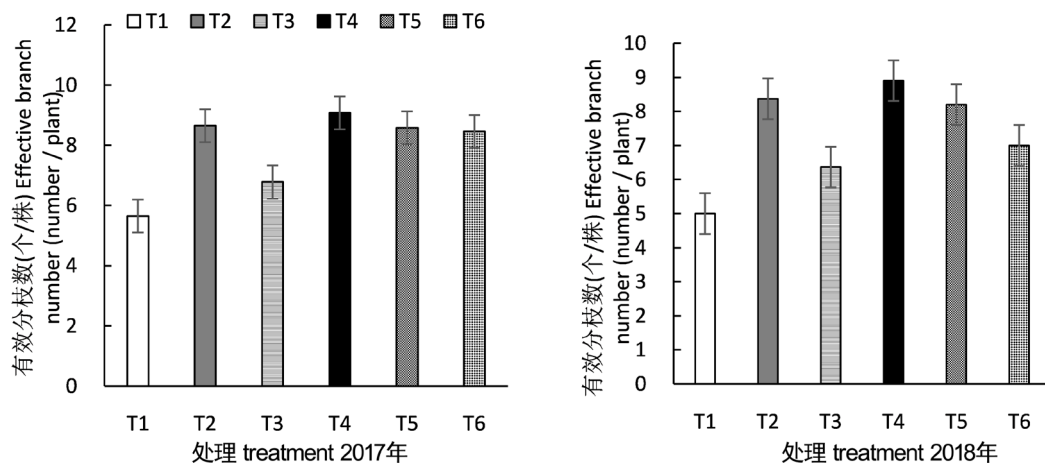


Figure 6. Effect of *Aspergillus niger* bio-fertilizer on effective branch number of peanut
图 6. 黑曲霉菌生物肥对花生有效分枝数的影响

4. 讨论与结论

花生植株合理的营养生长是取得较高产量的基础[7]。花生茎、叶等营养体在整个生育过程中起到吸收光能,进行有机物的合成、转化和积累的作用,是产量形成的基础。在甘薯[8],水稻[9],小麦[10]等作物上的研究证实,地上部的生长状况与经济产量有着密切关系,花生是地上开花地下结果作物,常发生地上部营养生长与地下部荚果生长不协调问题,因此保证花生有一定量的营养体而又不生长冗余[11][12][13],对促进荚果发育、提高产量至关重要。但目前生产上主要是施用复合肥保证花生养分供应,而复合肥施用过多易使土壤养分冗余、板结和生态质量下降[14],这不仅对土壤及环境带来巨大压力,还经常造成反向发力形成恶性循环,使植株生长不健康、地上部和地下部生长失调,最终导致产量、品质下降。而黑曲霉菌生物肥作为新型肥料,通过黑曲霉菌的作用,可起到改善土壤理化性质、形成根际优势菌群、促进根养分吸收、协调营养生长和生殖生长关系的作用。两年的研究结果均证实,在减施复合肥、加施黑曲霉菌生物肥条件下,有利于花生营养体稳健生长,增加有效分枝数量,为促进花生结果、提高产量奠定了基础。作者已研究表明,化肥减施 10%、加施等量黑曲霉菌生物肥可改善土壤生态特性和养分供给,提高叶片光合性能和碳氮代谢能力,促进干物质积累,在生物产量降低的情况下,由于经济系数的提高而显著提高荚果产量。因此认为,在花生生产上减施复合肥 10%,加施等量黑曲霉菌生物肥可作为一项效果明显、节本增效的实用技术。

致 谢

国家花生产业技术体系建设专项(CARS-13-生态与土壤管理)、山东省重大科技创新工程项目(2018YFJH0601-4)、山东省现代农业产业技术体系花生产业创新团队建设项目(SDAIT-05-022-05)和青岛农业大学高层次人才启动基金(631409)资助。

参考文献

- [1] 山东省花生研究所. 中国花生栽培学[M]. 上海: 上海科技出版社, 2003.
- [2] 杜瑛. 微生物肥料在农业中的应用[J]. 内蒙古农业科技, 2010(4): 99-101.
- [3] 纪冬丽, 孟凡生, 薛浩, 郭金辉, 王业耀, 杨琦. 国内外土壤砷污染及其修复技术现状与展望[J]. 环境工程技术学报, 2016, 6(1): 90-99.
- [4] 张玲, 李宝泽. 微生物肥料在果品生产中应用的潜力[J]. 北方果树, 2016(5): 1-3.

- [5] 杨泽元, 吕德国. 我国微生物肥料在果树上的应用研究进展[J]. 北方果树, 2014(1): 1-4.
- [6] 崔雨琪. 一株黑曲霉(*Aspergillus niger* Y9)的分离鉴定及其在修复重金属污染土壤上的作用[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2014.
- [7] 谢银华. 微生物缓解黄瓜自毒作用的研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 中山大学, 2005.
- [8] 张姗姗, 赵凡, 邓岚, 等. 不同微生物肥料对西藏桃品质及土壤肥力的影响[J]. 农学学报, 2016, 6(11): 27-31.
- [9] 郭萍萍, 郑丽丽, 黄幸然, 等. 模拟大气氮沉降对不同树种土壤微生物生物量的影响[J]. 生态环境学报, 2015, 14(5): 772-777.
- [10] 刘方春, 邢尚军, 马海林, 等. PGPR 生物肥对甜樱桃根际土壤生物学特征的影响[J]. 应用与环境生物学报, 2012, 18(5): 722-727.
- [11] 王信宏, 王月福, 赵长星, 等. 不同生育时期断根对花生光合特性及产量的影响[J]. 生态学报, 2015, 35(5): 1521-1526.
- [12] 陈安余, 赵长星, 王月福, 等. 断根对不同苗情花生根系生长分布与衰老特性的影响[J]. 应用生态学报, 2014, 25(5): 1387-1394.
- [13] 王信宏, 王月福, 赵长星, 等. 不同时期断根对花生植株生长的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(3): 103-106.
- [14] 龚娜, 肖军, 杨镇, 等. 不同菌根真菌对蓝莓根际土壤微生物数量的影响[J]. 北方园艺, 2013, 32(17): 175-177.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

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

期刊邮箱: hjas@hanspub.org