薛　磊,凡莉莉,赖金莉,等. 生物菌肥对鼓节竹发笋期生长及生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(17):123 - 126.
doi:10.15889/j.issn.1002 - 1302.2018.17.031

生物菌肥对鼓节竹发笋期生长及生理特性的影响

薛　磊[1], 凡莉莉[2], 赖金莉[1], 张洋洋[2], 荣俊冬[2], 赖东永[3], 郑郁善[2]
(1. 福建农林大学园林学院,福建福州 350002; 2. 福建农林大学林学院,福建福州 350002; 3. 赤山国有防护林场,福建漳州 363400)

摘要:以 3 年生鼓节竹为试验材料,采用完全随机区组设计,研究不同施肥量 A(0.3 kg/丛)、B(0.6 kg/丛)、C(0.9 kg/丛)、D(1.2 kg/丛)、E(1.5 kg/丛)下生物菌肥对鼓节竹发笋期生长及生理特性的影响,利用因子分析和相关分析方法分析 6 项生长及生理指标的数据。结果表明:与对照组相比,不同处理下的生物菌肥有利于鼓节竹发笋期株高地径生长及发笋量的增加,且生物菌肥处理下发笋量、可溶性蛋白质含量、可溶性糖含量、叶绿素含量、株高生长量高于 CK,*LSD* 多重比较结果显示各处理组之间存在着一定的差异性,各指标之间呈现极强的正相关性,综合评价显示,最优的生物菌肥施肥量为 0.6 kg/丛。

关键词:鼓节竹;生物菌肥;发笋期;生理指标;生长指标
中图分类号: S795.905　　**文献标志码:** A　　**文章编号:**1002 - 1302(2018)17 - 0123 - 03

鼓节竹(*Bambusa tuldoides*)隶属于簕竹属,秆高,竹秆节间下部缩短膨大,秆形奇特,为优良的园林观秆竹种[1]。生物菌肥是通过微生物的特定作用调节植物生长的,由具有特殊功效的微生物经发酵生成含有大量活的有益微生物的一类特定制品[2]。生物菌肥对施入土壤后被其固定的不能被植物吸收的养分有很好的分解作用[3]。研究表明,生物菌肥有促进作物生长发育、提高作物品质、提高土壤中养分有效利用性等作用[4-5]。微生物作为一种无公害的生物性肥料,已在多种作物中进行了探讨研究[6-8],但目前有关生物菌肥施用下对鼓节竹生长以及生理影响的研究尚未见报道。

沿海沙地土壤通透性强,土壤中肥料利用率不高。本研究对 3 年生的鼓节竹进行了不同生物菌肥施肥处理,测定了鼓节竹发笋盛期的发笋量、叶绿素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量、株高、地径,探究生物菌肥的最适施用量,以期达到改良沿海沙地、增强土壤肥力利用率、提高鼓节竹生长的目的,为沿海植物配置利用增加新的途径。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验地位于福建省漳州市东山县南部的赤山国有防护林场,位于福建沿海南部,118°18′E,23°40′N,属亚热带海洋性季风气候,干、湿季节明显,年平均降水量 945 mm,大部分降水集中于 5—9 月,11 月至翌年 2 月为旱季,年平均蒸发量 1 056 mm,年平均气温为 20.8 ℃,极端最高气温 36.6 ℃,极端最低气温 3.8 ℃。主要自然灾害为台风和干旱,台风多发生在 7—8 月,年平均 5.1 次。

收稿日期:2018 - 01 - 09
基金项目:福建省区域发展项目(编号:2015N3015);福建省科技重大专项(编号:2013NZ0001)。
作者简介:薛　磊(1993—),男,山西祁县人,硕士研究生,从事园林植物与应用研究。E - mail:1172570388@qq.com。
通信作者:郑郁善,教授,博士生导师,从事森林培育研究。E - mail:zys1960@163.com。

1.2　试验材料

本次试验采用苗木规格基本一致的鼓节竹 3 年生苗木,生物菌肥为湖南农大哥科技开发有限公司生产的“农大哥复合生物肥”,是经发酵多元生物菌剂含活性有益菌≥2 亿个/g,含水率 22%。

1.3　试验设计

试验于 2017 年 3—5 月在赤山国有防护林场试验地进行,试验共设 6 个处理:CK:不施用生物菌肥;A:施用生物菌肥 0.3 kg/丛;B:施用生物菌肥 0.6 kg/丛;C:施用生物菌肥 0.9 kg/丛;D:施用生物菌肥 1.2 kg/丛;E:施用生物菌肥 1.5 kg/丛。每个处理 10 丛鼓节竹,并选取 3 丛作为标准竹进行试验。肥粉分 3 次施用,每次施肥间隔 15 d,施肥量分别为施肥总量的 20%、50%、30%。

1.4　取样与分析测定

1.4.1　鼓节竹的出笋量测定　每丛竹子没有出笋则记 0,有出笋则具体记下出笋个数。

1.4.2　鼓节竹生理指标的测定　生理指标测定在 2017 年 9 月 15 日进行。测定时均取 3 年生鼓节竹成熟叶片,去除主脉。紫外分光光度计 - 乙醇法[9]对各处理鼓节竹苗木进行叶片叶绿素含量的测定;考马斯亮蓝 G - 250 法[10]对各处理鼓节竹苗木进行叶片可溶性蛋白质含量的测定;蒽酮比色法[11]对各处理鼓节竹苗木进行叶片可溶性糖含量的测定。

1.4.3　鼓节竹生长指标的测量　生长指标测量在 2017 年 9 月 17 日。株高测量:卷尺测量鼓节竹的株高(精确到 0.1 m)。地径测量:用游标卡尺测量待测竹子的基部直径(精确到 0.01 cm)。

1.5　数据处理

采用 SPSS 20.0、DPS 9.0 进行计算分析,运用 Excel 2007 制作图表。

2　结果与分析

2.1　生物菌肥对 3 年生鼓节竹苗木株高生长量的影响

不同生物菌肥施用下的鼓节竹株高生长量在一定程度下

呈现不同的差异,除了处理 A 外,其余处理组均优于对照组(图 1),方差分析结果显示,除了处理 A 外,其余处理组与对照组差异显著($P<0.05$),其中 B、E 处理效果较明显,与 CK 差异极显著($P<0.01$),C、D 组与 CK 差异显著($P<0.05$),处理 A 与对照组差异不显著($P>0.05$),其中 E 处理株高增幅最大,方差分析基础上 *LSD* 多重比较结果显示,处理 C 跟 D 组差异不显著,其余组差异显著($P<0.05$)。且施用量 1.5 kg/丛效果最优。

2.2　生物菌肥对 3 年生鼓节竹苗木地径生长量的影响

从图 2 可以看出,生物菌肥处理下对于鼓节竹的地径生长量影响程度不同,除了处理 A 外,其他处理效果都优于 CK,方差分析结果显示,处理 B 效果最明显,与 CK 差异极显著($P<0.01$),处理 A 效果低于对照组。方差分析基础上 *LSD* 多重比较结果显示,各处理组之间差异显著($P<0.05$),除了处理 A 外,其他处理组均优于对照组($P<0.05$)。由此可以看出,施用不同量的生物菌肥可以提高鼓节竹地径,且施用量 0.6 kg/丛效果最优。

2.3　生物菌肥对 3 年生鼓节竹苗木发笋量的影响

笋目作为繁殖器官,使得丛生竹在适宜环境下,可以快速增殖个体,迅速扩大种群数量[12],因此对于丛生竹来说,发笋量的高低一定程度上反映了丛生竹生长状态的积极性和正常性。从图 3 可以看出,生物菌肥可以明显提高鼓节竹的发笋量,但不同施肥处理下呈现不同的效果,与对照相比,处理 A、B、C、D、E 发笋量分别增加了 85.7%、257%、142%、114%、300%。方差分析结果显示,尤以 E 处理效果最明显,其次是 B,与 CK 差异极显著($P<0.01$)。方差分析基础上 *LSD* 多重比较结果显示,处理 B、E 与其他组差异显著($P<0.05$),处理 A、C、D 之间差异不显著($P>0.05$)。由此可以看出,施用不同量的生物菌肥可以显著提高鼓节竹的发笋量,且施用量 1.5 kg/丛效果最明显。

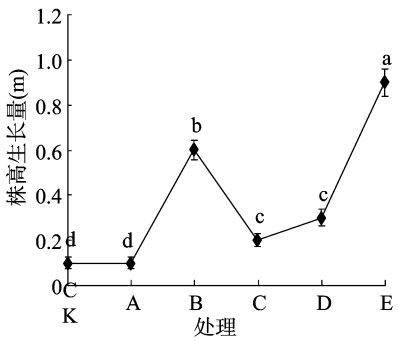

图1　不同菌肥处理下鼓节竹株高生长量

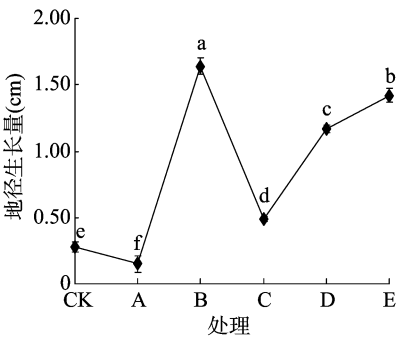

图2　不同菌肥处理下鼓节竹地径生长量

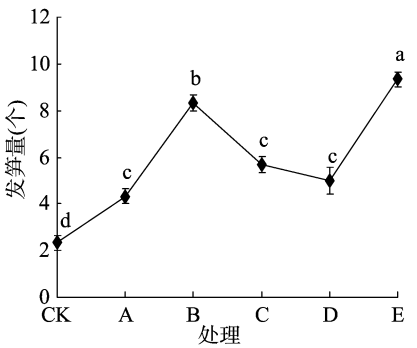

图3　不同菌肥处理下鼓节竹发笋量

2.4　生物菌肥对 3 年生鼓节竹苗木可溶性糖含量的影响

光合反应的直接产物为糖,是植物进行一系列生命活动的基础,可溶性糖在植株体内的含量一定程度上可以反映植物活动的正常性和积极性,作为植物体内重要的渗透调节物质,参与细胞生命物质及生物膜的保护作用[13]。从图 4 可以看出,生物菌肥处理的可溶性糖含量随着菌肥含量的增加而增加,与对照相比,处理 A、B、C、D、E 可溶性糖含量分别增加了 2.2%、12.6%、14.5%、24.7%、28.6%。方差分析结果显示,E 处理效果最明显,比 CK 增加了 28.6%,与 CK 差异显著($P<0.05$)。方差分析基础上 *LSD* 多重比较结果显示,处理 E 与处理 D 差异不显著($P>0.05$),与其他组差异显著($P<0.05$),除了处理 A,其他组均优于对照组($P<0.05$),处理 B、C 之间差异不显著($P>0.05$)。由此可以看出,施用不同量的生物菌肥可以提高鼓节竹叶片的可溶性糖含量,且施用量 1.5 kg/丛效果最优。

2.5　生物菌肥对 3 年生鼓节竹苗木可溶性蛋白质含量的影响

植物叶片中约有 50% 的可溶性蛋白质是光合作用的关键酶 RuBP 羧化酶[14],是植物光合能力高低的重要指标[15]。从图 5 可以看出,生物菌肥可明显提高鼓节竹叶片的可溶性蛋白质含量,与对照组相比,处理 A、B、C、D、E 可溶性蛋白质含量分别增加了 29.7%、33.4%、45.1%、26.9%、47.1%。方差分析结果显示,E 处理效果最明显,比 CK 增加了 47.1%,与 CK 差异极显著($P<0.01$),D 处理效果相对较差,比 CK 增加了 26.9%,方差分析基础上 *LSD* 多重比较结果显示,处理 E 与其他组差异显著($P<0.05$),处理 A、B、C 之间差异不显著($P>0.05$),与处理 D 差异显著($P<0.05$)。各处理组均与 CK 差异显著($P<0.05$),由此可以看出,施用生

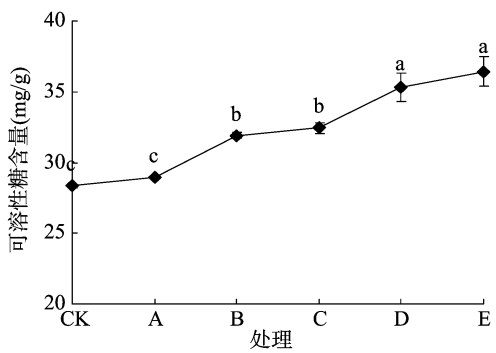

图4　不同菌肥处理下鼓节竹叶片可溶性糖含量

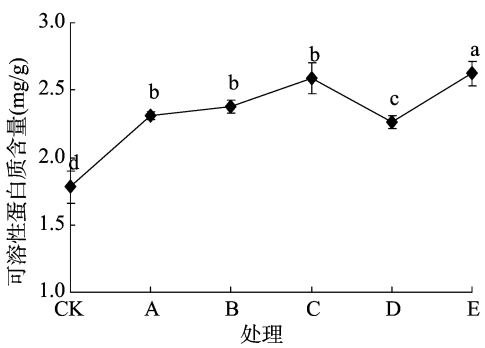

图5　不同菌肥处理下鼓节竹叶片可溶性蛋白质含量

物菌肥可以提高鼓节竹叶片可溶性蛋白质含量,且施用量 1.5 kg/丛效果最优。

2.6　生物菌肥对 3 年生鼓节竹苗木叶片叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用的物质基础,叶片叶绿素的含量是反映植物光合作用以及植物生长状态的重要指标[16]。从图 6 可以看出,施用不同量的生物菌肥可不同程度提高鼓节竹发笋期叶片叶绿素含量,相较于对照组,处理 A、B、C、D、E 叶绿素含量分别增加了 12.3%、43.3%、11.2%、17.6%、49.8%。方差分析结果显示,其中处理 E 效果最明显,比 CK 增加了 49.8%,与 CK 差异极显著($P<0.01$),处理 A、C 效果相对较差,分别比 CK 增加了 12.3% 和 11.2%。方差分析基础上 *LSD* 多重比较结果显示,处理 E 与其他各组差异显著($P<0.05$),处理 A、D 之间差异不显著($P>0.05$),各处理组与 CK 差异显著($P<0.05$),由此可以看出,施用生物菌肥对鼓节竹叶片叶绿素含量有较好的促进作用,且施用量 1.5 kg/丛效果最优。

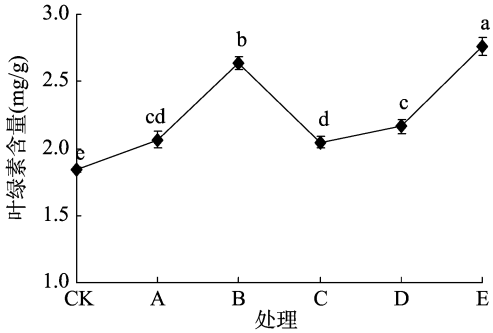

图6　不同菌肥处理下鼓节竹叶片叶绿素含量

2.7　指标间的相关性分析

由表 1 可见,出笋量与株高生长量、叶绿素含量相关性极显著($P<0.01$),3 个指标呈现显著的正相关,叶绿素与地径生长量、株高生长量相关性显著($P<0.05$)。地径生长量跟株高生长量相关性极显著($P<0.01$),指标之间相关性呈现显著的正相关性,表明鼓节竹的发笋与各生理指标联系密切。

2.8　不同施肥处理对鼓节竹发笋期影响的综合评价

SPSS 因子分析综合评价结果(表 2)显示,各处理因子综合得分的排序为 B > E > D > C > A。

表 1　不同施肥处理下生长指标及生理指标之间的相关性

指标	相关系数					
	株高生长量	地径生长量	可溶性糖含量	可溶性蛋白质含量	叶绿素含量	出笋量
株高生长量	1.000					
地径生长量	0.934**	1.000				
可溶性糖含量	0.640	0.439	1.000			
可溶性蛋白质含量	0.506	0.448	0.371	1.000		
叶绿素含量	0.970*	0.904*	0.493	0.371	1.000	
出笋量	0.959**	0.921*	0.521	0.584	0.963**	1.000

注:“*”表示显著相关($P<0.05$),“**”表示极显著相关($P<0.01$)。

表 2　不同施肥处理下对鼓节竹发笋期影响的综合评价

处理	株高生长量(m)	地径生长量(cm)	可溶性糖含量(mg/g)	可溶性蛋白质含量(mg/g)	叶绿素含量(mg/g)	发笋量(个/丛)	FAC1 - 1	FAC2 - 1	综合得分	排名
B	0.6	1.64	31.90	2.38	2.64	8.33	1.401	-0.684	0.84	1
E	0.9	1.42	36.43	2.62	2.76	9.33	0.597	1.376	0.67	2
D	0.3	1.17	35.32	2.26	2.16	5.00	-0.197	-0.480	-0.23	3
C	0.2	0.49	32.43	2.59	2.05	5.67	-0.990	0.727	-0.55	4
A	0.1	0.15	28.96	2.31	2.07	4.33	-0.811	-0.939	-0.74	5

3　结论与讨论

沿海沙地有机质含量、速效养分等含量都比较低,土壤通透性强,肥料的利用率比较低。生长发笋期对于竹林来说是十分关键的时期,发笋量的高低直接影响鼓节竹的新老交替及竹林可持续性发展,对于肥料的需求要求更高。试验证明,生物菌肥可以提高土壤的肥料利用率,林代炎等研究表明:生物肥处理的水稻吸氮量比灭菌生物肥处理的增加 56.4 mg/盆,比不施肥处理的增加 424.0 mg/盆,差异分别达到显著和极显著水平[17]。鼓节竹在不同菌肥处理中,地径生长量、发笋量、株高生长量、叶绿素含量、可溶性蛋白质含量和可溶性糖含量增加,且施肥处理下的生理生长指标均高于对照组,试验结果表明,施用生物菌肥可以改善鼓节竹的生理性状,促进鼓节竹的生长和提高鼓节竹的发笋量,在此基础上对指标进行因子分析,综合评分显示,最优的生物菌肥施肥量为 0.6 kg/丛。

指标间的相关性分析结果显示,鼓节竹发笋期生长及生理指标之间存在显著或极显著的联系,呈现正相关性,生理指标可在一定程度上反映鼓节竹的生长状态。这与蔡雅桥等对钩栗的研究结论[18]相似。

目前针对沿海沙地鼓节竹生物菌肥施用方面鲜有报道,因此试验结果可以对沿海沙地鼓节竹生物菌肥施用提供很好的参考,对于如何更好地在沿海沙地提高鼓节竹林发笋量有较高的借鉴意义,在更长时间跨度内的最佳生物菌肥施用量、施用方式、施用时间等还需进一步的探讨研究。

参考文献:

[1]黄　滔,刘　玮,唐　红,等. 4 个观赏竹种的光合特性及其影响因子分析[J]. 植物资源与环境学报,2016,25(1):24 - 33.

[2]葛均青,于贤昌,王竹红,等. 微生物肥料效应及其应用展望[J]. 中国生态农业学报,2003,11(3):87 - 88.

李芳芳,赵宝龙,李汉钊,等. 5 - 氨基乙酰丙酸浸种对 NaCl 胁迫下酸枣种子萌发及芽苗生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(17):126 - 129.
doi:10.15889/j.issn.1002 - 1302.2018.17.032

5 - 氨基乙酰丙酸浸种对 NaCl 胁迫下酸枣种子萌发及芽苗生理特性的影响

李芳芳[1], 赵宝龙[1,2], 李汉钊[1], 张国儒[1], 孙军利[1,2]
(1. 石河子大学农学院,新疆石河子 832000; 2. 特色果蔬栽培生理与种质资源利用兵团重点实验室,新疆石河子 832000)

摘要:以酸枣种子为试材,研究外源 5 - 氨基乙酰丙酸(ALA)浸种对 NaCl 胁迫下酸枣种子发芽率(GR)、发芽势(GE)、发芽指数(GI)、活力指数(VI)及芽苗中超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)活性和丙二醛(MDA)含量的影响。结果表明,NaCl 处理浓度为 50 mmol/L 时,50、150 mg/L ALA 浸种处理的种子 GR、GE 及芽苗中 CAT、POD 活性与对照(清水处理)相比差异不显著($P>0.05$),GI、VI 有显著下降($P<0.05$),100 mg/L ALA 浸种的芽苗 CAT、POD、SOD 活性有显著升高($P<0.05$),MDA 含量有明显降低;NaCl 处理浓度为 100 mmol/L 时,150 mg/L ALA 浸种的酸枣芽苗 CAT、SOD、POD 活性及 MDA 含量与对照相比差异不显著($P>0.05$),而 50、100 mg/L ALA 浸种处理的种子 GR、GE、GI、VI 与对照相比有显著降低($P<0.05$),CAT、POD、SOD 活性差异不显著($P>0.05$)。因此,ALA 浸种可以提高酸枣种子及芽苗的抗盐能力,50 mmol/L NaCl 胁迫下 100 mg/L ALA 浸种效果相对最好。

关键词:5 - 氨基乙酰丙酸(ALA);酸枣;NaCl 胁迫;种子萌发;芽苗
中图分类号: S665.101 **文献标志码:** A **文章编号:**1002 - 1302(2018)17 - 0126 - 04

5 - 氨基乙酰丙酸(5 - aminolevulinic acid,简称 ALA)别称 δ - 氨基酮戊酸,是叶绿素等四吡咯环色素形成的直接前体[1],是一种广泛存在于动植物体内的化合物,被看作是能调节植物生长的新型调节物质[2]。有研究表明,低浓度 ALA 能够调节植物生长发育,提高其抗冷性、耐盐性等[3]。Watanabe 等认为,ALA 可以提高植物的耐盐性,这种效应可能与提高叶片的抗氧化酶活性有关[4],但其作用机制、分子理论基础等并不十分清楚[5]。目前,新疆红枣的种植面积大大增加,南疆是主要种植区域,而南疆地区分布着大面积的盐碱地,在盐碱地栽植枣树,不仅影响枣果的产量和品质,且对南疆枣园建成有很大影响,而枣树的繁殖主要靠嫁接繁殖,其耐盐性取决于砧木。酸枣(*Ziziphus acidojujuba* C. Y. Cheng et M. J. Liu)是常用的枣树砧木[6],南疆地区通常以酸枣种子进行直播建园。本试验以酸枣为试材,研究不同浓度 ALA 浸种对不同浓度 NaCl 胁迫下酸枣种子发芽参数、芽苗抗氧化酶活

收稿日期:2017 - 03 - 06
基金项目:国家自然科学基金(编号:31460495、31560542);石河子大学高层次人才科研启动项目(编号:RCZX201520)。
作者简介:李芳芳(1996—),女,青海海东人,硕士研究生,从事果树逆境生理研究。E - mail:136404727@qq.com。
通信作者:孙军利,博士,副教授,从事园艺植物逆境生理研究。E - mail:junli7656@126.com.。

[3]刘长庆,李天玉,王德科,等. 生物有机肥在黄瓜上的应用效果研究[J]. 西北农业学报,2006(1):180 - 182.
[4]李 敏,王胜楠,邵美乐,等. 生物菌肥冲施对黄瓜生长及土壤酶活性的影响[J]. 北方园艺,2015(16):153 - 156.
[5]吴 薇,葛 诚. 我国微生物肥料生产和应用现状的调查研究[J]. 微生物学通报,1995(2):104 - 107.
[6]孙玉良,曹齐卫,张卫华,等. 微生物菌肥对黄瓜幼苗生长及生理特性的影响[J]. 西北农业学报,2012,21(2):132 - 136.
[7]黄 芳,张春英. 微生物菌肥对垃圾封场土中红叶石楠生长的影响[J]. 西北林学院学报,2014,29(2):160 - 164.
[8]魏保国,王明友. 生物菌肥对设施连作番茄生长及产量和品质的影响[J]. 北方园艺,2014(2):172 - 175.
[9]Gurrutxaga M, Lozano P J, Barrio G D. GIS - based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning[J]. Journal for Nature Conservation,2010,18:318 - 326.
[10]曲春香,沈颂东,王雪峰,等. 用考马斯亮蓝测定植物粗提液中可溶性蛋白质含量方法的研究[J]. 苏州大学学报(自然科学版),2006,22(2):82 - 85.
[11]刘海英,王华华,崔长海,等. 可溶性糖含量测定(蒽酮法)实验的改进[J]. 实验室科学,2013,16(2):19 - 20.
[12]周益权,顾小平,吴晓丽,等. 丛生竹秆基各笋目的出笋成竹生物学特性研究[J]. 林业科学研究,2011,24(3):314 - 320.
[13]吉增宝,王进鑫,李继文,等. 不同季节干旱及复水对刺槐幼苗可溶性糖含量的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(7):1358 - 1363.
[14]Patterson T G, Mass D N, Brun W A. Enzymatic changes during the senescence of field - grown wheat[J]. Crop Science,1980,20(1):15 - 18.
[15]段巍巍,赵红梅,郭程瑾,等. 夏玉米光合特性对氮素用量的反应[J]. 作物学报,2007,33(6):949 - 954.
[16]崔 勤,李新丽,翟淑芝,等. 小麦叶片叶绿素含量测定的分光光度计法[J]. 安徽农业科学,2006(10):2063.
[17]林代炎,姚宝全,翁伯琦,等. ^{15}N 示踪法研究复混生物肥对水稻肥效及其对茬后土壤速效养分的影响[J]. 核农学报,2005,19(5):379 - 381.
[18]蔡雅桥,许德琼,陈 松,等. 配方施肥对钩栗生长和生理特性的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2016,36(3):33 - 37.