

刘一佳,任学敏,朱 雅,等. 施氮水平对花生冠层温度和产量性状的影响及其相互关系[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):101-104.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.029

施氮水平对花生冠层温度和产量性状的影响及其相互关系

刘一佳¹,任学敏¹,朱 雅²,张乃群¹

(1. 南阳师范学院生命科学与技术学院,河南南阳 473061; 2. 南阳师范学院图书馆,河南南阳 473061)

摘要:以大白沙和鲁花 11 号 2 个花生品种为材料,设置不施氮、低氮、中氮和高氮 4 个施氮水平处理,自花生结荚到收获,应用红外测温仪观测每个品种各处理的冠层温度,收获后调查单株结果数、饱果率、百果质量和总产量,研究施氮水平对花生冠层温度和产量性状的影响及其相互关系。结果表明,施氮能够降低花生冠层温度,且施氮量越高,冠层温度越低;单株结果数、饱果率、百果质量和总产量均随施氮量增加而提高,随冠层温度的升高而降低,施氮量、冠层温度和产量性状三者之间密切相关,冠层温度的高低有可能作为施肥情况是否良好的一个较可靠的指标。

关键词:花生;施氮水平;冠层温度;产量性状;相关性

中图分类号: S565.206 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0101-04

近年来,随着红外测温技术和仪器设备的快速发展,冠层温度已成为大田作物研究的热点,其在耐热基因型^[1]和抗旱基因型作物筛选^[2]、农田水分管理^[3-4]以及作物高产^[5-6]、优

质^[7]品种选育等方面得到了广泛应用。近来的研究也涉及到了农田肥料管理,表现在不同施肥条件下,同一基因型作物品种的冠层温度表现不同^[8-9]。在对小麦的研究中,不少研究者得出,在一定范围内,冠层温度随施氮量的增加而降低^[10-11],相似的结论也出现于对水稻^[12-13]的研究报道中。除氮肥外,人们的研究也涉及到了其他肥料以及不同肥料配施对作物冠层温度的影响。周春菊等^[8,14]研究了不施肥(CK)、单施磷肥和氮磷配施条件下小麦冠层温度的差异,发现供试的 5 种基因型小麦在 4 个施肥处理下的冠层温度均表现为 NP < N < P < CK,氮磷配施下小麦的冠层温度比对照最大低 4 ℃左右。施肥在改变作物冠层温度的同时也对生理特性和产量性状产生了重要影响,表现为在一定施肥量范围内,

收稿日期:2015-05-29

基金项目:国家自然科学基金(编号:31401307);河南省教育厅科学技术重点研究项目(编号:14A210014);南阳师范学院人才启动项目(编号:ZX2014067)。

作者简介:刘一佳(1990—),男,河南南阳人,硕士研究生,主要从事作物栽培与耕作研究。E-mail:chemiyijia@qq.com。

通信作者:任学敏,博士,讲师,主要从事植物生理生态方面研究。E-mail:renxuemin2520@126.com。

[15] 陈 可,孙吉庆,刘润进,等. 丛枝菌根真菌对西瓜嫁接苗生长和根系防御性酶活性的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(1): 135-141.

[16] 刘 鹏,徐根娣,周子仙,等. Mo 和 Mn 对七子花几种生理效应的影响[J]. 林业科学研究,2002,15(2):156-162.

[17] Kirsch R K, Harward M E, Petersen R G. Interrelationship among iron, manganese and molybdenum in the growth and nutrition of tomatoes grown in culture solution[J]. Plant and Soil, 1963, 12(3):259-275.

[18] Sagi M, Lips H S. The levels of nitrate reductase and MoCo in annual ryegrass as affected by nitrate and ammonium nutrition[J]. Plant Science, 1998, 135(1):17-24.

[19] O'Connor G A, Granato T C, Basta N T. Bioavailability of biosolids molybdenum to soybean grain[J]. J Environ Qual, 2001, 30(5): 1653-1658.

[20] Deo C, Kothari M L. Effect of modes and levels of molybdenum application on grain yield protein content and nodulation of chickpea grown on loamy sand soil[J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2002, 33(15/16/17/18):2905-2915.

[21] Yaneva I A, Hoffmann G W, Tischner R. Nitrate reductase from winter wheat leaves is activated at low temperature via protein dephos-

phorylation[J]. Physiologia Plantarum, 2002, 114(1):65-72.

[22] Hu C X, Wang Y H, Wei W X. Effect of molybdenum applications on concentrations of free amino acids in winter wheat at different growth stages[J]. J Plant Nut, 2002, 25(7):1487-1499.

[23] Zhang M, Hu C X, Zhao X H, et al. Molybdenum improves antioxidant and osmotic adjustment ability against salt stress in Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*) [J]. Plant Soil, 2012, 355:375-383.

[24] 刘 鹏,杨玉爱. 氮、磷、钾配施及其与钼、硼配施对大豆产量的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(2):117-122.

[25] Li W X, Wang Z Y, Mi G H, et al. Molybdenum deficiency in winter wheat seedlings as enhanced by freezing temperature[J]. J Plant Nutr, 2001, 24:1195-1203.

[26] 常连生,戴良香,李 娜. 钼酸铵浸种对不同氮源下鲜食油菜产量、品质及对氮磷钾吸收的影响[J]. 河北职业技术师范学院学报, 2003, 17(3):11-15, 25.

[27] 杨利华,郭丽敏,傅万鑫,等. 钼对玉米吸收氮磷钾、子粒产量和品质及苗期生化指标的影响[J]. 玉米科学, 2002, 10(2):87-89.

[28] Vinay S, Singh G P, Singh V. Effect of applied potassium and molybdenum on yield and composition of chickpea[J]. J Potassium Res, 1994, 10:411-414.

作物生理特性增加,产量性状改善,而此时作物的生理特性和产量与冠层温度间存在显著的负相关关系,因此,冠层温度能作为一个方便快捷且较可靠的用于判断施肥合理与否的指标^[8-9,14]。尽管冠层温度对于作物田间肥料管理具有指导意义,但相关的研究还很少,仅涉及小麦^[9,14]、水稻^[13,15]等少数几种作物,而花生作为我国重要的油料和经济作物,目前相关的研究尚未见报道。本研究以我国北方普遍栽培的大白沙和鲁花 11 号 2 个花生品种为材料,探讨施氮对花生冠层温度和产量性状的影响以及相互间的关系,探讨冠层温度能否作为判断花生田间合理施肥的一个方便快捷的指标,为大田栽培提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试花生 (*Arachis hypogaea* L.) 品种为大白沙和鲁花 11 号。

1.2 试验设计

试验于 2014 年在河南南阳盆地南阳师范学院科技农场进行,该区域属于北方大花生生产区,为典型半湿润大陆性季风气候,年降水量 800 ~ 1 000 mm,年均温 14.4 ~ 15.7 ℃。土壤类型为黄棕壤,0 ~ 30 cm 土层含有机质 13.86 g/kg、碱解氮 71.32 mg/kg、速效磷 17.28 mg/kg、速效钾 73.51 mg/kg。试验地前茬空茬。试验用氮肥为尿素(含氮量 46%),设不施肥(CK,0 kg/hm²)、低氮(B1,纯氮 100 kg/hm²)、中氮(B2,纯氮 250 kg/hm²)和高氮(B3,纯氮 400 kg/hm²) 4 个处理。采用随机区组设计,4 次重复。每小区面积 6.3 m² (2.1 m × 3.0 m)。整地时,将肥料作底肥按预先设计的方案一次性施入各个小区。采用平地开沟种植法,于 4 月 30 日人工开沟带尺点播,行距 0.3 m,株距 0.13 m,每穴 1 粒。按照我国北方大花生生产区常规水分、病虫害管理措施进行管理。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 冠层温度的测定 自花生结荚开始,用 ST20 型红外测温仪[中国雷泰(深圳)仪器仪表有限公司]对各处理群体冠层温度进行观测,每隔 10 d 观测 1 次,观测时间为午后

13:00—15:00。选择各小区群体生长均匀一致且有代表性的部位作为测点,避免红外线照射裸露地面。观测时,感应头距花生冠层约 50 cm,倾角约 30°。对每个处理的 4 次重复进行往返观测,其平均值作为当日的冠层温度值。

1.3.2 产量性状的测定 花生收获时每小区中间 2 行单独收获,摘取所有荚果,分别装入纱网袋,自然风干后(含水率 10%)进行室内考种。将每袋花生荚果样品分为饱果、秕果和无仁果(荚果尚未形成果仁),分别统计数量。计算单株结果数(*NP*)和饱果率(*FP*),其公式分别为: $NP = (\text{饱果} + \text{秕果} + \text{无仁果}) / \text{取样株数}$; $FP = \text{饱果} / (\text{饱果} + \text{秕果} + \text{无仁果}) \times 100\%$ 。每小区随机选取 100 个饱果称量百果质量(*WP*)(样品饱果数量不足 100 个时,称量所有饱果质量,再折合成百果质量)。称量每小区样品所有荚果质量,折合成产量(*Y*,kg/hm²)。以 4 次重复的平均值作为该处理 *NP*、*FP*、*WP* 和 *Y* 的最终值。

1.4 数据处理

单因素方差分析用于分析不同处理间产量性状的差异,新复极差法(Duncan's 法)用于多重比较;皮尔逊相关(双尾)用于分析花生冠层温度与各产量性状间的关系;所有统计分析均由 SPSS 17.0 完成;用 Origin 7.5 作图。

2 结果与分析

2.1 不同施氮量处理下花生冠层温度的变化

表 1 为 2 个花生品种结荚后不同生育时期不同处理的冠层温度。由表 1 可知,供试的 2 个花生品种在不同施肥处理下的冠层温度均存在差异,整体来看,B3 处理的冠层温度最低,对照最高,其差异最大达 1.73 ℃。B2 和 B1 处理的冠层温度居中,但除结荚后 10 d 大白沙 B2 处理的冠层温度略高于 B1 处理外,其他 B2 处理均低于 B1 处理。说明施氮能够降低花生冠层温度,且在一定范围内,施氮量越高,冠层温度越低。值得注意的是,结荚后 10、20 d 2 个品种不同处理的冠层温度多数高于对照,这可能与该时期长时间干旱,施氮较高的处理前期长势旺盛消耗了过多水分从而导致水分胁迫加剧有关。

表 1 花生结荚后的冠层温度									
品种	处理	结荚后不同时间冠层温度(℃)							
		0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d	平均
大白沙	CK	41.15	41.73	41.10	33.35	37.68	33.75	38.20	38.14
	B1	-0.05	+0.07	+1.43	-0.25	+0.05	-0.02	-0.33	+0.13
	B2	-1.40	+0.15	+0.82	-0.30	-0.07	-0.17	-0.90	-0.27
	B3	-0.57	-0.40	-0.20	-0.38	-0.27	-0.55	-1.73	-0.59
鲁花 11 号	CK	40.35	39.75	42.50	33.60	36.93	33.03	35.05	37.31
	B1	-0.58	+0.73	+0.83	-0.48	-0.07	-0.11	-0.10	+0.03
	B2	-0.43	+0.60	+0.50	-0.55	-0.27	-0.27	-0.45	-0.13
	B3	-0.60	+0.33	+0.35	-0.58	-0.40	-0.32	-0.95	-0.31

注:对照为每个品种的温度实测值,其他处理的温度为与对照的温度差。

2.2 同施氮量处理下花生产量性状的变化

由图 1 可知,随施氮量的增加,2 个花生品种单株结果数表现为不同变化趋势,大白沙表现为 B2 > B1 > B3 > CK,而鲁花 11 号表现为 B3 > B2 > B1 > CK。说明不同花生品种对氮肥的耐受性可能不同,对大白沙来说,高氮处理可能超过其最

适氮肥施量范围,从而导致其单株结果数比 B1 和 B2 处理有所降低。总体上看,施氮提高了花生的单株结果数,但提高的程度有所差异,大白沙的 3 个施氮处理均显著($P < 0.05$)高于对照,而鲁花 11 号与对照的差异不显著($P > 0.05$)。施氮对花生饱果率的影响在 2 个品种间略有差异,施氮

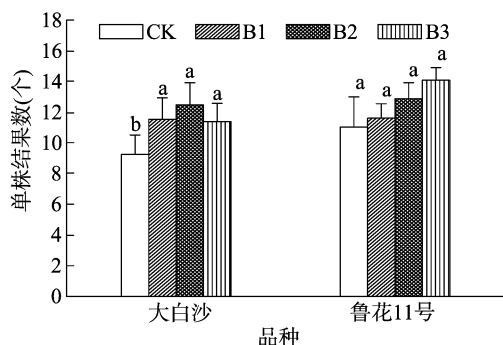


图1 施氮对花生单株结果数的影响

处理的大白沙饱果率均高于对照,表现为 $B3 > B2 > B1 > CK$, $B3$ 、 $B2$ 和 $B1$ 处理分别比对照提高了 26.68%、21.30% 和 16.80%,而鲁花 11 号表现为 $B3 > B1 > CK > B2$, $B3$ 、 $B2$ 和 $B1$ 处理分别比对照提高了 9.78%、-3.63% 和 2.85%。总体上看,施氮提高了花生的饱果率,尽管提高的量与对照差异并不显著 ($P > 0.05$) (图 2)。

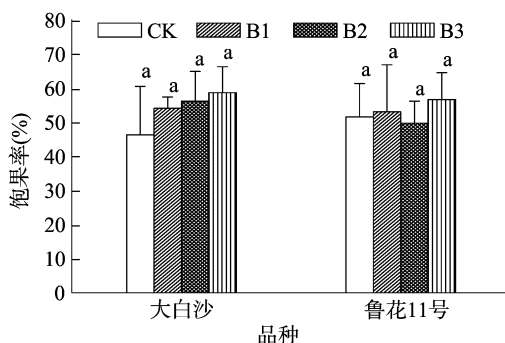


图2 施氮对花生饱果率的影响

随着施氮量的增加,2 个花生品种百果质量均表现为增加趋势,大白沙 $B3$ 、 $B2$ 和 $B1$ 处理分别比对照增加了 2.75%、2.03% 和 1.34%,但差异并不显著 ($P > 0.05$),鲁花 11 号 $B3$ 、 $B2$ 和 $B1$ 处理分别比对照增加了 8.45%、7.51% 和 1.94%,其中, $B3$ 处理显著 ($P < 0.05$) 高于对照,其他处理相互间差异不显著 ($P > 0.05$) (图 3)。

2 个花生品种产量随施氮量的增加均有明显提高,与对照相比,大白沙 $B3$ 、 $B2$ 和 $B1$ 处理分别提高了 31.29%、21.32% 和 14.06%,其中 $B3$ 处理与对照差异显著 ($P < 0.05$),鲁花 11 号 $B3$ 、 $B2$ 和 $B1$ 处理分别提高了 39.96%、31.20% 和 17.95%,其中 $B3$ 和 $B2$ 处理与对照差异显著 ($P < 0.05$) (图 4)。

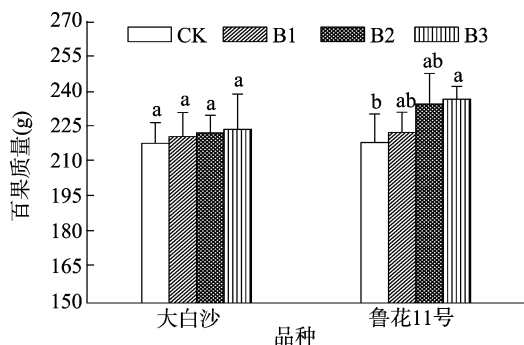


图3 施氮对花生百果质量的影响

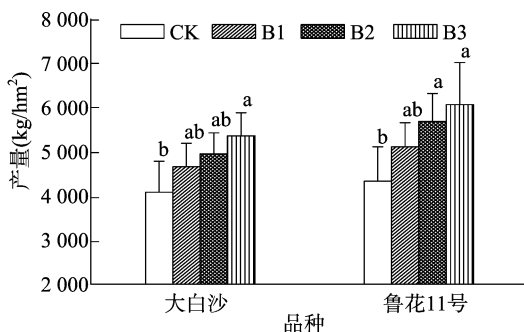


图4 施氮对花生产量的影响

总体上看,随着施氮量的增加,花生的单株结果数、饱果率和百果质量均有一定程度提高,是增产的主要原因。

2.3 不同施氮处理下花生产量性状与冠层温度的关系

花生产量性状指标与不同生育时期各处理冠层温度的相关系数如表 2 所示。由表 2 可知,2 个品种的单株结果数、饱果率、百果质量和产量与结荚后各生育时期的冠层温度多数呈负相关,但品种间存在差异。大白沙的单株结果数与结荚后 0 d ($r = -0.566^*$) 和 30 d ($r = -0.658^{**}$),饱果率与结荚后 50 d ($r = -0.559^*$),产量与结荚后 30 d ($r = -0.525^*$) 冠层温度的负相关达显著 ($P < 0.05$) 或极显著水平 ($P < 0.01$)。鲁花 11 号单株结果数与结荚后 50 d ($r = -0.649^{**}$),饱果率与结荚后 0 d ($r = -0.572^*$) 和 50 d ($r = -0.519^*$),百果质量与结荚后 30 d ($r = -0.517^*$),产量与结荚后 50 d ($r = -0.757^{**}$) 的冠层温度呈显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 负相关。2 个品种的各产量性状指标与不同生育时期冠层温度的正相关均不显著 ($P > 0.05$)。说明花生产量性状与冠层温度有很大的关联,在一定范围内,冠层温度越低对这些性状越有利。

表 2 花生产量及其构成因子与冠层温度的相关分析

品种	指标	结荚后不同时间与冠层温度的相关系数						
		0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d	60 d
大白沙	单株结果数	-0.566 *	0.283	0.169	-0.658 **	-0.113	0.093	-0.291
	饱果率	-0.099	0.332	0.064	-0.125	-0.419	-0.559 *	-0.278
	百果质量	0.224	-0.176	-0.163	0.150	0.001	-0.201	-0.081
	产量	-0.494	0.027	-0.242	-0.525 *	-0.315	-0.216	-0.497
鲁花 11 号	单株结果数	-0.307	0.111	0.282	-0.424	0.027	-0.649 **	-0.259
	饱果率	-0.572 *	-0.466	-0.113	0.429	0.426	-0.519 *	-0.266
	百果质量	0.168	0.276	0.275	-0.517 *	-0.423	-0.212	-0.381
	产量	-0.404	0.094	0.176	-0.340	0.071	-0.757 **	-0.292

注: * 和 ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上显著。

3 讨论

本研究结果表明,施氮总体上降低了花生的冠层温度,且在一定范围内,施氮量越高冠层温度越低(表 1)。施肥能够降低作物冠层温度的原因可能为,在施肥条件下,作物的生理活性变得更为旺盛(如各种酶活性增强、可溶性蛋白和可溶性糖含量增加、蒸腾速率增加等)^[8,16-18],农艺性状得到改善(如主茎高和侧枝长增加等)^[19],这些优良的生物学性状促使了作物冠层温度的降低。然而,在本研究冠层温度观测中也出现了施氮处理的冠层温度高于对照的现象,尤其是结荚后 10 d 和 20 d(表 1),这可能与该时期较为严重的干旱有关,施氮量较高的处理前期长势旺盛,消耗了过多水分,干旱时水分胁迫加剧,冠层温度观测时(13:00—15:00)花生叶片翻转卷曲严重。因此,以后开展施肥对作物冠层温度影响的研究,很有必要考虑农田水分状况,将干旱胁迫和水分充足 2 种情况分别进行单独研究。

施肥是获得作物高产的重要措施,前人对花生施氮量与产量性状关系的研究表明,在一定范围内,氮肥用量增加,花生产量各构成因素水平提高,荚果产量提高,但施氮过量,产量各构成因素水平下降,荚果产量降低^[16-17,20-21]。但不同研究者得出的最适施氮量不同,戴树荣研究结果表明,花生获得最高产量的施氮(纯氮)量为 123.8 kg/hm²^[22],孙虎等研究认为花生高产的最适施氮(纯氮)量为 157.8 kg/hm² 左右^[17],而李向东等认为花生最适施氮(纯氮)量在 225~450 kg/hm² 之间^[20]。本研究结果显示,花生单株结果数、饱果率、百果质量和产量均随施氮量的增加而提高,施氮量达到 400 kg/hm² 可能依然不是获得最高产的施量(图 1 至图 4)。这些不一致的结论说明,确定花生最适施氮量具有一定的困难性,因为品种不同、土壤肥力不同以及农田水分差异都可能对其产量影响^[16,20,23]。因此,在花生田间肥料管理中,必须综合考虑各种因素,肥料才能得到高效利用。

冠层温度已在农业生产中得到广泛应用,涉及水分管理、耐热、抗旱、高产、优质品种选育等多个方面。由本研究结果可知,在一定范围内,施氮量与花生冠层温度呈负相关(表 1),与产量性状呈正相关(图 1 至图 4),而其产量性状与冠层温度也存在负相关关系(表 2),施氮量、冠层温度和产量性状三者之间关系密切,因此,冠层温度的高低有可能作为施肥情况是否良好的一个较可靠的指标。冠层温度的观测可通过红外测温仪方便快捷地实现,这对于花生大田肥料高效管理从而实现高产具有积极促进作用。

参考文献:

- [1] Kumari M, Pudake R N, Singh V P, et al. Association of staygreen trait with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) [J]. Euphytica, 2013, 190(1): 87-97.
- [2] Guendouz A, Guessoum S, Maamri K, et al. Canopy temperature efficiency as indicators for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in semi-arid conditions [J]. Journal of Agriculture and Sustainability, 2012, 1(1): 23-38.
- [3] Durigon A, de Jong, van Lier Q. Canopy temperature versus soil water

- pressure head for the prediction of crop water stress [J]. Agricultural Water Management, 2013, 127: 1-6.
- [4] Sui R, Fisher D K, Barnes E M. Soil moisture and plant canopy temperature sensing for irrigation application in cotton [J]. Journal of Agricultural Science, 2012, 4(12): 93-105.
- [5] 樊廷录, 宋尚有, 徐银萍, 等. 旱地冬小麦灌浆期冠层温度与产量和水分利用效率的关系 [J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4491-4497.
- [6] 王国宇, 宋尚有, 樊廷录, 等. 不同基因型玉米冠层温度与产量和水分利用效率的关系 [J]. 玉米科学, 2009, 17(1): 92-95.
- [7] 张嵩午, 刘党校. 小麦冠温的多态性及其与品质变异的关联 [J]. 中国农业科学, 2007, 40(8): 1630-1637.
- [8] 周春菊, 张嵩午, 王林权, 等. 施肥对小麦冠层温度的影响及其与生物学性状的关联 [J]. 生态学报, 2005, 25(1): 18-22.
- [9] 诸葛爱燕, 曲正伟, 周春菊, 等. 冬小麦冠层温度及其生物学性状对施氮量的反映 [J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(3): 148-154.
- [10] Elbashier E E, Tahir I A, Saad A I, et al. Wheat genotypic variability in utilizing nitrogen fertilizer for a cooler canopy under a heat-stressed irrigated environment [J]. African Journal of Agricultural Research, 2012, 7(3): 385-392.
- [11] Sohail M, Hussain I, Riaz - ud - din, Abbas S H, et al. Effect of split N fertilizer application on physioagronomic traits of wheat (*Triticum aestivum* L.) under rainfed conditions [J]. Pakistan Journal of Agricultural Research, 2013, 26(2): 71-78.
- [12] 田智慧, 潘晓华. 氮肥运筹及密度对中优 752 源库关系和剑叶温度的影响 [J]. 江西农业学报, 2008, 20(6): 10-13, 17.
- [13] Yan C, Ding Y, Wang Q, et al. The impact of relative humidity, genotypes and fertilizer application rates on panicle, leaf temperature, fertility and seed setting of rice [J]. Journal of Agricultural Science, 2010, 148(3): 329-339.
- [14] 周春菊, 张嵩午, 王林权, 等. 不同施肥条件下冷、暖型小麦冠层温度的差异 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 34(10): 45-48, 54.
- [15] 张 彬, 郑建初, 杨 飞, 等. 施肥水平对抽穗期水稻穗部温度的影响及其原因分析 [J]. 中国水稻科学, 2007, 21(2): 191-196.
- [16] 孙 虎, 王月福, 王铭伦, 等. 施氮量对不同类型花生品种衰老特性和产量的影响 [J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2671-2677.
- [17] 孙 虎, 李尚霞, 王月福, 等. 施氮量对花生叶片蔗糖代谢及产量的影响 [J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(4): 456-459.
- [18] 张智猛, 万书波, 戴良香, 等. 施氮水平对不同花生品种氮代谢及相关酶活性的影响 [J]. 中国农业科学, 2011, 44(2): 280-290.
- [19] 张欣欣, 韩晓日, 黄玉茜, 等. 施肥对连作花生植株性状及产量品质的影响 [J]. 沈阳农业大学学报, 2011, 42(5): 610-613.
- [20] 李向东, 王晓云, 张高英, 等. 花生衰老的氮素调控 [J]. 中国农业科学, 2000, 33(5): 1-7.
- [21] 张 翔, 焦 有, 孙春河. 不同施肥结构对花生产量和品质的影响 [J]. 土壤肥料, 2003(2): 30-32.
- [22] 戴树荣. 覆膜花生氮、磷、钾适宜施用量研究 [J]. 福建农业科技, 2004(1): 31-32.
- [23] 张永平, 乔永旭, 赵绪明, 等. 蚯蚓粪作基肥对夏播花生生长与产量的影响 [J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 97-99.