

马亮,谭亚玲,代贵金,等. 辽宁省不同稻区滇型杂交粳稻叶片 SPAD 值特征[J]. 江苏农业科学,2017,45(9):56-59.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.09.014

辽宁省不同稻区滇型杂交粳稻叶片 SPAD 值特征

马亮¹,谭亚玲²,代贵金¹,张悦¹,张睿¹,李睿¹,付亮¹,侯守贵¹

(1. 辽宁省水稻研究所,辽宁沈阳 110101; 2. 云南农业大学,云南昆明 650201)

摘要:将 14 个滇杂新组合种植在辽宁不同生态稻区,测量不同时期水稻功能叶(剑叶、倒 2 叶、倒 3 叶)的 SPAD 值,分析其与产量的关系。通过 3 个种植地点的测量,发现 14 个品种除个别品种外,其他品种各时期 3 张功能叶 SPAD 值总和均是庄河最高,其次是盘锦,沈阳的最低。在分蘖期和抽穗期时,大多品种的剑叶(L1) SPAD 值小于倒 2 叶(L2)和倒 3 叶(L3),成熟期时顺序正好相反。沈阳地区各品种产量与倒 1 叶(L1)显著相关,庄河和盘锦地区各品种产量与倒 3 叶(L3)显著相关。

关键词:滇型杂交稻;SPAD;辽宁生态稻区;产量

中图分类号: S511.2⁺20.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)09-0056-04

叶绿素计(soilplant analysis development, SPAD)的测量值是基于测定特定光谱波段叶绿素对光的吸收而获得的^[1],在许多已有的研究报道中,水稻叶片 SPAD 值的变化与光照和施氮量密切相关,因此可以用 SPAD 值来诊断叶片氮营养状况^[2-4],间接了解水稻叶片对光照的响应。在实际应用中,SPAD 值常受水稻品种、生育期、测定叶位、叶片测定位点、生态环境等因素的影响^[5-9]。水稻不同叶位的叶片生长发育进

程是不同的,不同叶片生育期内叶绿素含量的变化趋势同样存在差异,因此研究水稻不同叶位叶片的叶绿素含量随叶片生育进程的变化具有重要意义^[10-16]。

昆明位于云南省中部,虽地处亚热带,但由于海拔原因气候与温带相似,年均总辐射量达 129.78 kcal/cm²;辽宁属于温带大陆性季风气候,年均总辐射量在 100~200 cal/cm²之间。2 地的年均温度差距不大,但是光照度差距非常大。前人将辽宁分为 4 个生态稻区,各具特点,无霜期在 130~200 d 之间,可以种植早熟、中早熟、中熟及中晚熟水稻品种。利用滇型不育系选育的滇杂系列品种在云南屡创高产记录且品质优良,因此将 14 个滇杂新组合(品种)种植在辽宁不同生态稻区,研究其叶片的 SPAD 值与产量的关系。

本试验研究 16 个不同组合(品种)水稻不同叶位在生长发育过程中叶片 SPAD 值的变化及不同生育时期功能叶的

收稿日期:2016-10-28

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2013BAD07B03)

作者简介:马亮(1981—),男,河北邯郸人,硕士,助理研究员,主要从事水稻栽培及水稻病虫害防治研究。E-mail: malhd@126.com。

通信作者:侯守贵,研究员,主要从事水稻栽培研究。E-mail: hsg1961@126.com。

李海波研究结果表明,Na₂CO₃ 处理下,水稻幼苗剑叶气孔密度明显增加,耐盐品种增加幅度较大,叶片气孔长度随着盐分胁迫程度的增加呈先增后降变化趋势^[11]。气孔宽度的变化不同品种表现不一。本试验结果表明,Na₂CO₃ 胁迫下,盐丰 47 叶片气孔长度降低,不同浓度处理下叶片气孔长度降幅较小。Na₂CO₃ 胁迫下,2 个品种叶片气孔宽度均呈下降趋势。在相同浓度胁迫下,盐丰 47 叶片气孔长度降幅较小。叶片气孔大小降低,可能是 Na₂CO₃ 胁迫直接抑制气孔分化的过程导致气孔宽度极显著下降。在碱胁迫下,盐丰 47 与磷吸收有关的酶活性以及较大的气孔长度和宽度,是其具有较强抗碱能力的生理基础之一。

参考文献:

- [1] 盛彦敏,石德成,肖洪兴,等. 混合盐碱胁迫而对向日葵的影响[J]. 东北师范大学学报,1999(2):65-69.
- [2] 刘丽霞,程红卫,陈温福. 水稻叶片气孔长度、宽度和密度及其相关性的研究[J]. 沈阳农业大学学报,2000,31(6):531-533.
- [3] 刘祖祺,张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京:中国农业出版

社,1994.

- [4] 谢国生,朱伯华,彭旭辉,等. 水稻苗期对不同 pH 值下 NaCl 和 NaHCO₃ 胁迫响应的比较[J]. 华中农业大学学报,2005,24(2):121-124.
- [5] 赵可夫. 植物抗盐生理[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993:230-232.
- [6] Martinez V, Lauchli A. Salt-induced inhibition of phosphate uptake in plants of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) [J]. New Phytologist, 1994,126(4):609-614.
- [7] 韩晓日,侯玉慧,姜琳琳,等. 硅对盐胁迫下黄瓜幼苗生长和矿物质元素吸收的影响[J]. 土壤通报,2006,37(6):1162-1165.
- [8] 吴延寿,尹建华,彭志勤,等. 钠钾交互作用下水稻生长和营养元素吸收特征研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(10):4456-4458,4464.
- [9] 张大鹏. 水稻叶片气孔的研究 II. 不同生态条件下的气孔动态[J]. 福建农林大学学报(自然版),1989,18(3):302-307.
- [10] 赵姝丽. 水分胁迫对水稻气孔特性的影响[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2006.
- [11] 李海波. 水分亏缺和盐胁迫对水稻叶片气孔及其他生理性状的影响[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2004.

SPAD 值,探明不同叶位叶片 SPAD 值随生育进程的变化以及品种间的差异,有助于更好地了解不同水稻品种不同叶位叶片在生长发育上的异同,为调控不同水稻品种叶片的衰老进程、提高产量、指导生产提供理论依据。

1 材料与与方法

1.1 试验材料

滇型杂交稻新组合 1~14 号,15、16 号是辽宁省对照品种,为辽粳 212 和辽星 1 号,共计 16 个品种。

表 1 品种目录

编号	品种	来源	编号	品种	来源
1 号	滇杂 55	云南	9 号	滇禾优 106	云南
2 号	滇杂 56	云南	10 号	新组合	云南
3 号	滇杂 57	云南	11 号	新组合	云南
4 号	滇杂 58	云南	12 号	新组合	云南
5 号	滇禾优 6611	云南	13 号	滇杂 46	云南
6 号	滇禾优 612	云南	14 号	楚粳 28 号	云南
7 号	滇杂 44	云南	15 号	辽粳 212	辽宁
8 号	新组合	云南	16 号	辽星 1 号	辽宁

1.2 试验地点

辽宁省水稻所试验地(辽宁中部稻区)、庄河农业推广中心农业科技示范园(辽宁东南沿海稻区)和盘锦大洼县东风镇东风农场(辽宁北部稻区)。

1.3 田间管理

根据各试验地点当地育苗条件选择育苗大棚内硬质育秧盘育苗,稀播、培育带蘖壮秧。秧苗于 3 叶 1 心期单苗带土栽培至大田,采用辽宁省内常见密度 20 万穴/hm²。试验采用随机区组设计,16 个品种,3 次重复,小区面积 2.7 m × 1.5 m,试验稻田四周设宽 100 cm 的保护行。播种期设在 4 月 15 日,插秧期设在 5 月 20 日,田间管理方式与当地高产田管理相同。

1.4 SPAD 测定

观察各品种生长发育情况,每个小小区分别在分蘖期、孕穗期、齐穗期随机选择 10 株,每株选择冠层叶片(L1、L2、L3),每张叶片选择中部往下 3 cm 处、中部和中部往上 3 cm 处,取平均值为该叶的观测值,以 10 株总平均值作为该小区叶片的 SPAD 值,采用日本 Konica Minolta 公司的 SPAD-502 型便携式叶绿素计测量。

1.5 产量测定

田间小区实际测产,换算成每公顷产量。

1.6 数据处理

试验数据采用 Excel、SPSS 20.0 处理。

2 结果与分析

2.1 分蘖期云南品种在不同生态区 SPAD 变化

由图 1 可知,3 个地区分蘖期除 10 号品种外,其余 15 个品种功能叶的 SPAD 值总和均是庄河最高,3 个地区 SPAD 值均表现为倒 1 叶小于倒 2 叶和倒 3 叶。云南供试 14 个品种的 SPAD 平均值小于辽宁省对照品种。14 个云南供试品种中 3 号品种 3 个地区的 SPAD 值总和最高,7 号品种 3 个地区的 SPAD 值总和最低。

沈阳最高的 SPAD 值是 15 号倒 3 叶,达到 38.23,最小的是 7 号倒 1 叶,为 15.97;盘锦最高的 SPAD 值是 9 号倒 2 叶,达到 40.13,最小 SPAD 值是 7 号倒 1 叶,为 13.57;庄河最高的 SPAD 值是 9 号倒 3 叶,达到 47.27,最小 SPAD 值是 7 号倒 1 叶,为 17.10。

分蘖期这一时期的重点在于植株的茎叶的生长,此时氮素优先供给上位叶。倒 1 叶的 SPAD 值小于倒 2 叶和倒 3 叶的原因可能是叶片还未生长完成^[12],限制了氮素的吸收。

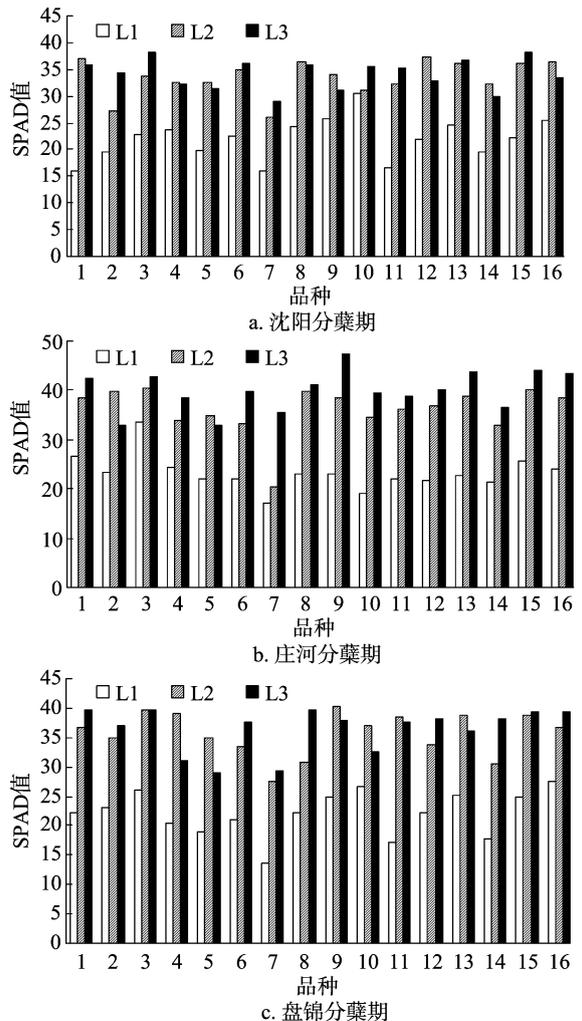


图 1 不同品种在水稻分蘖期顶部 3 张叶片 SPAD 值变化

2.2 抽穗期云南品种在不同生态区 SPAD 变化

由图 2 可知,14 个云南供试品种抽穗期 3 个功能叶 SPAD 值总和除 4、10、11 号品种其余 11 个品种均是庄河最高;3 个地区大多品种的 3 个功能叶 SPAD 值表现为倒 1 叶小于倒 2 叶和倒 3 叶,但与分蘖期相比,差距在缩小。14 个云南供试品种中 3 号品种 3 个地区 SPAD 值总和最高,5 号品种 3 个地区 SPAD 值总和最低。

沈阳最高的 SPAD 值是 15 号倒 3 叶,达到 42.18,最小的是 7 号倒 1 叶,为 21.30;盘锦最高的 SPAD 值是 15 号倒 3 叶,达到 45.40,最小 SPAD 值是 14 号倒 3 叶,为 23.70;庄河最高的 SPAD 值是 14 号倒 2 叶,达到 46.50,最小 SPAD 值是 11 号倒 1 叶,为 23.70。

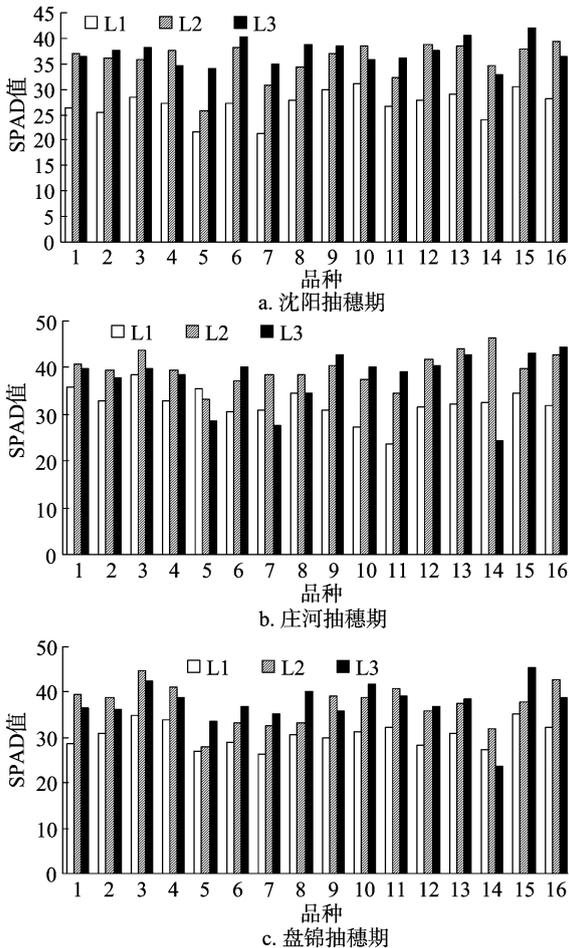


图2 不同品种在水稻抽穗期顶部3张叶片 SPAD 值变化

水稻抽穗期叶片生长停止,氮素供给重点向穗形成和发育转移,相对供给植株生长的氮素减少,所有的叶片全部展开,这些可能是3张叶片差距变小的原因。

2.3 成熟期云南品种在不同生态区 SPAD 变化

由图3可知,3个地区成熟期3、7、10、12、14号5个品种功能叶 SPAD 值之和表现为庄河最高,其余品种表现为盘锦最高,3个地区大多品种的3个功能叶 SPAD 值表现为倒1叶>倒2叶>倒3叶。供试的14个云南品种中8号品种3个地区 SPAD 值总和最高,5号品种3个地区 SPAD 值总和最低,而盘锦14号品种在第3次测定(9月10号)已经枯萎。

沈阳最高的 SPAD 值是16号倒1叶,达到41.11,最小的是2号倒3叶,为12.44;盘锦最高的 SPAD 值是16号倒1叶,达到42.77,14号倒3叶已经枯萎;庄河最高的 SPAD 值是16号倒1叶,达到46.17,最小 SPAD 值是3号倒3叶,为12.65。

水稻成熟期叶片开始枯萎,尤其下部叶片,所以下部叶片 SPAD 值相对较小,但是盘锦 SPAD 的倒2叶和倒3叶的 SPAD 值高于其他2个地方,可能是由于盘锦平时施肥量比其他2个地方多,相对来说供给叶片的氮素就高于其他2个地方。

2.4 各地区产量与 SPAD 相关性分析

由表2、表3可知,种植在沈阳的16个品种产量与抽穗期、成熟期倒1叶的 SPAD 值呈显著正相关,相关系数为

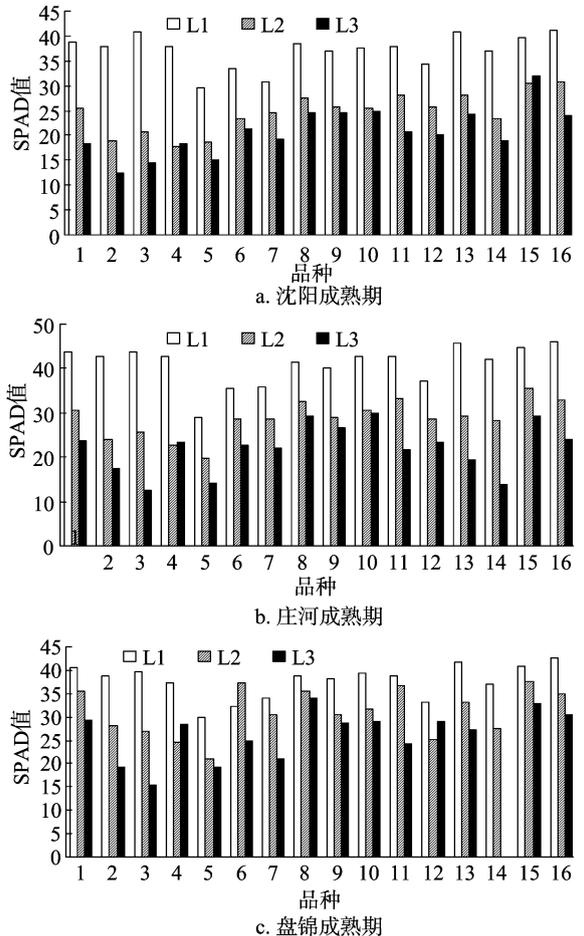


图3 不同品种在水稻抽穗期顶部3张叶片 SPAD 值变化

0.603 374、0.613 667。种植在庄河的16个品种产量与分蘖期、抽穗期倒3叶的 SPAD 值呈显著正相关,相关系数为0.795 825、0.687 232。种植在盘锦的16个品种产量与抽穗期、成熟期倒3叶的 SPAD 值呈显著正相关,相关系数为0.735 088、0.687 653。云南省提供的14个模型杂交粳稻品种除1、5、12号品种外其余11个品种3个地区的产量表现为庄河>沈阳>盘锦,可能是种植在庄河的品种在分蘖期和抽穗期为品种积累了足够的氮素供给。抽穗期之后叶片基本停止生长,下部叶片逐渐枯萎,种植在沈阳的品种倒1叶将提供更多的氮素供给穗形成和发育,所以种植在沈阳的品种的产量要高于盘锦。

3 讨论与结论

氮素通常被认为是影响水稻生长及产量的限制因子^[17-19],如何更好地实现稻田氮素利用和管理的意义更加重要。传统的诊断是通过化学方法测定水稻叶片或植株全氮含量,被认为比较准确,但却存在须要破坏水稻植株和进行实验室内分析等不足;而叶绿素计(SPAD)是测定氮素利用率的有效方法,SPAD值可以作为田间实时快速测定水稻氮素状况的指标,近年来已经得到了科研工作者的广泛应用^[2,20-21]。

本研究对云南省14个杂交稻品种冠层3张叶片进行 SPAD 值分析,云南供试品种中除10、11号品种外,其余12个品种3个地区3个时期功能叶的 SPAD 值总和表现为庄河>

表2 3个地区各品种产量

品种编号	产量(kg/hm ²)		
	沈阳	庄河	盘锦
1	6 353.1	9 604.8	7 253.6
2	8 204.1	9 204.6	7 105.1
3	9 829.8	11 355.9	7 988.6
4	8 854.4	10 755.3	7 503.8
5	3 779.1	8 054.7	6 253.1
6	8 004.0	10 255.1	7 503.8
7	8 354.1	9 254.6	6 753.3
8	8 679.3	10 705.4	7 753.8
9	8 904.5	11 155.5	7 234.7
10	8 079.0	9 354.6	6 688.5
11	8 854.4	10 305.2	7 003.5
12	7 728.8	9 804.9	8 004.0
13	9 104.6	10 070.0	8 254.1
14	4 352.1	9 004.5	3 501.8
15	11 155.5	11 405.7	11 486.4
16	12 906.5	11 555.8	11 755.8

表3 3个地区产量与SPAD值的相关性

		相关系数		
		沈阳	庄河	盘锦
分蘖期	L1	0.386 612	0.531 727	0.584 208
	L2	0.213 498	0.440 329	0.408 711
	L3	0.429 582	0.795 825 *	0.339 335
抽穗期	L1	0.603 374 *	0.080 279	0.599 324
	L2	0.565 648	0.296 033	0.459 818
	L3	0.566 462	0.687 232 *	0.735 088 *
成熟期	L1	0.613 667 *	0.596 048	0.465 76
	L2	0.540 402	0.498 727	0.440 054
	L3	0.493 541	0.398 443	0.687 653 *

注：“*”在0.05水平(双侧)显著相关。

盘锦>沈阳。种植在沈阳的14个品种产量与抽穗期和成熟期倒1叶呈显著正相关,种植在庄河14个品种产量与分蘖期和抽穗期倒3叶呈显著正相关,种植在盘锦14个品种产量与抽穗期和成熟期倒3叶SPAD值呈显著正相关。云南14个品种中5、7、14号品种3个地区3个时期功能叶SPAD值总和较低,13号品种3个地区3个时期功能叶SPAD值总和最高,所以13号品种叶片吸收氮素能力更强,更适合辽宁稻区栽培。

参考文献:

- [1]刘桃菊,朱冰,潘星哲,等.水稻冠层叶绿素SPAD的数字化特征及其与氮素营养状况的关系[C]//中国作物学会学术学会论文摘要集,2013:139.
- [2]Huang J L,He F,Cui K H,et al. Determination of optimal nitrogen rate for rice varieties using a chlorophyll meter[J]. Field Crops Res,

2008,105(1/2):70-80.

- [3]Samborski S M,Tremblay N,Fallon E. Strategies to make use of plant sensors - based diagnostic information for nitrogen recommendations [J]. Agron J,2009,101(4):800-816.
- [4]Varinderpal S,Bijay S,Yadvinder S,et al. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf colour chart in rice and wheat in South Asia: a review [J]. Nutr Cycl Agroecosys,2010,88(3):361-380.
- [5]陈宝燕,马兴旺,杨涛,等. 棉花生育时期 SPAD 值准确性与样本数的关系[J]. 中国农业科学,2011,44(22):4748-4755.
- [6]赵菊,朱旭东,严钦泉,等. 杂交水稻功能叶片叶绿素 SPAD 值的杂种优势分析[J]. 作物研究,2012,26(2):103-110.
- [7]杨虎,戈长水,应武,等. 遮荫对水稻冠层叶片 SPAD 值及光合、形态特性参数的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(3):580-587.
- [8]方波,郭冲冲,李加福,等. 水稻叶厚对 SPAD 值与叶绿素含量相关性的影响研究[J]. 生态经济,2013(9):137-140.
- [9]陈晓阳,钱秋平,赵秀峰,等. 水稻叶片 SPAD 空间分布与氮素营养及种植密度的关系[J]. 江西农业学报,2013,25(5):13-15.
- [10]李刚华,薛利红,尤娟,等. 水稻氮素和叶绿素 SPAD 叶位分布特点及氮素诊断的叶位选择[J]. 中国农业科学,2007,40(6):1127-1134.
- [11]王绍华,曹卫星,王强盛,等. 水稻叶色分布特点与氮素营养诊断[J]. 中国农业科学,2002,35(12):1461-1466.
- [12]钟蕾. 不同收获指数型水稻品种产量构成整齐性及生育后期光合特性的差异性分析[J]. 江西农业大学学报,2012,34(4):627-634.
- [13]汪华,李金文,姜继萍,等. 氮素、品种及光照对水稻冠层叶片 SPAD 读数的影响[J]. 浙江农业学报,2013,25(2):319-324.
- [14]刘晓晴. 丰两优系列高产优质杂交水稻品种生育后期光合特性及产量研究[J]. 安徽农业科学,2011,39(29):17819-17821.
- [15]李敏,张洪程,杨雄,等. 高产氮高效型粳稻品种的叶片光合及衰老特性研究[J]. 中国水稻科学,2013,27(2):168-176.
- [16]杜尧东,李键陵,王华,等. 高温胁迫对水稻剑叶光合和叶绿素荧光特征的影响[J]. 生态学杂志,2012,31(10):2541-2548.
- [17]姜继萍,杨京平,杨正超,等. 不同氮素水平下水稻叶片及相邻叶位 SPAD 值变化特征[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2012,38(2):166-174.
- [18]何俊俊,杨京平,杨虎,等. 光照及氮素水平对水稻冠层叶片 SPAD 值动态变化的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2014,40(5):495-504.
- [19]吕小红,付立东,宋玉婷,等. 施氮量对不同株型水稻产量及穗部性状的影响[J]. 江苏农业学报,2016,32(3):542-547.
- [20]赵满兴,曹超仁,崔亚荣. 不同水氮处理对枣叶 SPAD 值及单枣质量的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(6):272-274.
- [21]Khurana H S,Phillips S B,Bijay S,et al. Performance of site specific nutrient management for irrigated,transplanted rice in northwest India[J]. Agronomy Journal,2007,99(6):1436-1447.