

本期目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

[打印本页] [关闭]

论文

弱光下生长的高产小麦品系PH01-35旗叶光合机构对不同光强的响应

郭峰¹, 曲妍妍¹, 信长朋², 梁燕¹, 梁雪¹, 田纪春³, 孟庆伟¹, 赵世杰^{1, *}

1山东农业大学生命科学学院/作物生物学国家重点实验室, 山东泰安271018; 2厦门大学生命科学学院, 福建厦门361005; 3山东农业大学农学院, 山东泰安271018

摘要:

为了解弱光下生长的小麦叶片在不同光强下PSII和光合电子传递链的工作状态, 解释其突然转入强光下时发生光抑制和光破坏的原因, 以PH01-35为材料, 采用大田人工遮光的方法, 测定了小麦旗叶绿素含量、光合特性参数及快速光曲线。弱光处理15 d后, 旗叶绿素含量明显上升, 净光合速率、光补偿点、光饱和点、表观量子效率、羧化效率均出现不同程度的下降。与250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的弱光适应3 h相比, 1 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 的强光适应3 h后, 弱光下生长叶片的快速光曲线初始斜率下降幅度较大, 曲线下降部分的斜率、最大相对电子传递速率、半饱和光强的上升幅度均小于自然光下生长的叶片, 光能利用能力较低, 其非光化学猝灭系数 NPQ 也明显低于自然光下生长的叶片, 为自然光下生长叶片的87.5%。弱光下生长的小麦叶片光能吸收能力增强, 但较低的光能利用能力和过剩光能耗散能力是其转入自然强光后易发生光抑制甚至光破坏的主要原因。

关键词: 冬小麦 弱光 叶绿素荧光 快速光曲线

Response of Photosynthetic Apparatus to different Irradiance in flag Leaves of High-Yielding Winter Wheat PH01-35 Grown under Low Light Conditions

1College of Life Sciences, Shandong Agricultural University/State Key Laboratory of Crop Biology, Tai'an 271018, China; 2School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian; 3 College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China

1College of Life Sciences, Shandong Agricultural University/State Key Laboratory of Crop Biology, Tai'an 271018, China; 2School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, Fujian; 3 College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China

Abstract:

To further explain the mechanism of photoinhibition and light damage in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves when it was suddenly transferred from low light to high light conditions, the responses of photosynthetic apparatus in shaded leaves of the high-yielding winter wheat line, PH01-35, were examined using chlorophyll fluorescence and gas exchange techniques. After 15-day shading, the chlorophyll content increased greatly, but the net photosynthetic rate (P_n), light compensation point (LCP), light saturation point (LSP), apparent quantum yield (AQY), and carboxylation efficiency (CE) all decreased. Compared with leaves grown in full sunlight, the initial slope (α), decline slope (β), maximum relative electron transport rate ($rETR_{max}$), and minimum saturating irradiance (E_k) of rapid light curves in leaves grown in low light were lower when the plant was transferred from low light intensity of 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ to high light intensity of 1 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Non photochemical quenching (NPQ) in leaves grown in low light was significantly lower than that in leaves grown in full sunlight, indicating that the ability of light use and thermal energy dissipation was limited in leaves grown in low light. The wheat leaves grown in low light were more susceptible to photoinhibition due to low CO_2 assimilation and photoprotective ability, such as xanthophylls cycle-dependent dissipation of excessive energy, despite the better energy absorbability in low light conditions.

Keywords: Winter wheat Low light Chlorophyll fluorescence Rapid light curves

收稿日期 2008-04-17 修回日期 2008-07-14 网络版发布日期 2008-11-18

DOI: 10.3724/SP.J.1006.2009.00179

基金项目:

本研究由山东省农业良种工程重大课题(鲁农良种字[2006]6号)资助

扩展功能

本文信息

Supporting info

PDF(439KB)

[HTML全文]

参考文献

服务与反馈

把本文推荐给朋友

加入我的书架

加入引用管理器

引用本文

Email Alert

文章反馈

浏览反馈信息

本文关键词相关文章

冬小麦

弱光

叶绿素荧光

快速光曲线

本文作者相关文章

PubMed

参考文献:

- [1] Li Y-G(李永庚), Yu Z-W(于振文), Liang X-F(梁晓芳), Zhao J-Y(赵俊晔), Qiu X-B(邱希斌). Response of wheat yields and quality to low light intensity at different grain filling stages. *Acta Phytoecol Sin* (植物生态学报), 2005, 29(5): 807–813 (in Chinese with English abstract) [2] He M-R(贺明荣), Wang Z-L(王振林), Gao S-P(高淑萍). Analysis on adaptability of wheat cultivars to low light intensity during grain filling. *Acta Agron Sin* (作物学报), 2001, 27(5): 640–644 (in Chinese with English abstract) [3] Pei B-H(裴保华), Yuan Y-X(袁玉欣), Wang Y(王颖). The effect of simulation tree shading to wheat growth and output. *J Agric Univ Hebei* (河北农业大学学报), 1998, 21(1): 1–5 (in Chinese with English abstract) [4] Zhou J-Z(周继泽), Liu D-J(柳德钧), Cheng G-Q(程国强). Studies on the physiological response of shading to wheat grain filling. *J Henan Vocational-Technical Teachers Coll* (河南职业技术学院学报), 1995, 23(3): 12–15 (in Chinese with English abstract) [5] Liu X(刘霞), Yin Y-P(尹燕桦), Jiang C-M(姜春明), He M-R(贺明荣), Wang Z-L(王振林). Effects of weak light and high temperature stress after anthesis on flag leaf chlorophyll fluorescence and grain fill of wheat. *Chin J Appl Ecol* (应用生态学报), 2005, 16(11): 2117–2121 (in Chinese with English abstract) [6] Xu D-Q(许大全), Zhang Y-Z(张玉忠), Zhang R-X(张荣铎). Photoinhibition of photosynthesis in plants. *Plant Physiol Commun* (植物生理学通讯), 1992, 28(4): 237–243 (in Chinese) [7] Demming-Adams B, Adams III W W. Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1992, 43: 599–626 [8] Lichtenthaler H K, Burkart S. Photosynthesis and high light stress. *Bulg J Plant Physiol*, 1999, 25: 3–16 [9] Yang X-H(杨兴洪), Zou Q(邹琦), Zhao S-J(赵世杰). Photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence in leaves of cotton plants grown in full light and 40% sunlight. *Acta Phytoecol Sin* (植物生态学报), 2005, 29(1): 8–15 (in Chinese with English abstract) [10] ?quist G, Anderson J M, McCaffery S, Chow W S. Mechanistic differences in photoinhibition of sun and shade plants. *Planta*, 1992, 188: 422–431 [11] Ralph P J, Gademann R. Rapid light curves: a powerful tool to assess photosynthetic activity. *Aquat Bot*, 2005, 82: 222–237 [12] Kühl M, Chen M, Ralph P J, Schreiber U, Larkum A W D. A niche for cyanobacteria containing chlorophyll d. *Nature*, 2005, 433: 820 [13] White A J, Critchley C. Rapid light curves: A new fluorescence method to assess the state of the photosynthetic apparatus. *Photosynth Res*, 1999, 59: 63–72 [14] Ser?dio J, Vieira S, Cruz S, Barroso F. Short-term variability in the photosynthetic activity of microphytobenthos as detected by measuring rapid light curves using variable fluorescence. *Mar Biol*, 2005, 146: 903–914 [15] Ralph P J, Polk S M, Moore K A, Orth R J, Smith Jr W A. Operation of the xanthophyll cycle in the seagrass *Zostera marina* in response to variable irradiance. *J Exp Mar Biol Ecol*, 2002, 271: 189–207 [16] Schreiber U, Gademann R, Ralph P J, Larkum A W D. Assessment of photosynthetic performance of *Prochloron* in *Lissoclinum patella* in hospite by chlorophyll fluorescence measurements. *Plant Cell Physiol*, 1997, 38: 945–951 [17] Zhao S-J(赵世杰), Shi G-A(史国安), Dong X-C(董新纯). *Laboratory Guide for Plant Physiology* (植物生理学实验指导). Beijing: Beijing Science & Technology Press, 2002. pp 55–57 (in Chinese) [18] Bassman J H, Zwier J C. Gas exchange characteristics of *Populus trichocarpa*, *Populus deltoids* and *Populus trichocarpa* × *P. deltoids* clones. *Tree Physiol*, 1991, 8: 145–159 [19] Genty B, Briantais J M, Baker N R. The relationship between the quenching of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim Biophys Acta*, 1989, 990: 87–92 [20] Platt T, Gallegos C L, Harrison W G. Photoinhibition of photosynthesis in natural assemblages of marine phytoplankton. *J Mar Res*, 1980, 38: 687–701 [21] Demmig-Adams B. Carotenoids and photoprotection in plants: a role for the xanthophyll zeaxanthin. *Biochim Biophys Acta*, 1990, 1020: 1–24 [22] Schreiber U. Pulse-amplitude-modulation (PAM) fluorometry and saturation pulse method: an overview. In: Papageorgiou G C, Govindjee eds. *Chlorophyll Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004. pp 279–319 [23] Lichtenthaler H K, Babani F. Light adaptation and senescence of the photosynthetic apparatus. Changes in pigment composition, chlorophyll fluorescence parameters and photosynthetic activity. In: Papageorgiou G C, Govindjee, eds. *Chlorophyll Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004. pp 713–736 [24] Saroussi S, Beer S. Alpha and quantum yield of aquatic plants derived from PAM fluorometry: uses and misuses. *Aquat Bot*, 2007, 86: 89–92 [25] Müller P, Li X P, Niyogi K K. Non-photochemical quenching: a response to excess light energy. *Plant Physiol*, 2001, 125: 1558–1566 [26] Pascal A A, Liu Z F, Broess K, Oort B V, Amerongen H V, Wang C, Horton P, Robert B, Chang W R, Ruban A. Molecular basis of photoprotection and control of photosynthetic light-harvesting. *Nature*, 2005, 436: 134–137

本刊中的类似文章

1. 王兰珍;米国华;陈范骏;张福锁.不同产量结构小麦品种对缺磷反应的分析[J]. 作物学报, 2003,29(06): 867-870
2. 赵秉强;余松烈;李凤超;于振文.带状种植小麦带型—群体—产量相关规律的研究[J]. 作物学报, 2000,26(03): 278-284
3. 陈晓远;罗远培.开花期复水对受旱冬小麦的补偿效应研究[J]. 作物学报, 2001,27(04): 512-516

4. 周苏政;王晨阳;张重义;贺德先.土壤渍水对冬小麦根系生长及营养代谢的影响[J]. 作物学报, 2001,27(05): 673-680
5. 张其德;朱新广;王强;卢从明;匡廷云;张文祥;张建华.冬小麦杂种F1及其亲本光合特性的研究初报[J]. 作物学报, 2001,27(05): 653-657
6. 李永庚;于振文;姜东;余松烈.冬小麦旗叶蔗糖和籽粒淀粉合成动态及与其有关的酶活性的研究[J]. 作物学报, 2001,27(05): 658-664
7. 冯玉香;何维勋;饶敏杰;钟秀丽.冬小麦拔节后霜冻害与叶温的关系[J]. 作物学报, 2000,26(06): 707-712
8. 王东;于振文;王旭东.硫素对冬小麦籽粒蛋白质积累的影响[J]. 作物学报, 2003,29(06): 878-883
9. 钟秀丽;王道龙;吉田久;胡新;赵鹏;韩立帅;王晓光;黄绍华;黄建英;孙忠富.冬小麦品种抗霜冻力的影响因素分析[J]. 作物学报, 2007,33(11): 1810-1814
10. 岳鸿伟;谭维娜;姜东;戴廷波;荆奇;曹卫星.花后干旱和渍水对小麦籽粒HMW-GS及GMP含量的影响[J]. 作物学报, 2007,33(11): 1845-1849
11. 翟丙年;孙春梅;王俊儒;李生秀.氮素亏缺对冬小麦根系生长发育的影响[J]. 作物学报, 2003,29(06): 913-918
12. 郭天财;宋晓;马冬云;王永华;谢迎新;查菲娜;岳艳军;岳彩凤.施氮水平对冬小麦旗叶光合特性的调控效应[J]. 作物学报, 2007,33(12): 1977-1981
13. 李建敏;王振林;高荣岐;李圣福;蔡瑞国;闫素辉;于安玲;尹燕桦.强、弱筋小麦籽粒形成期蔗糖、淀粉合成相关酶活性及其与氮代谢的关系[J]. 作物学报, 2008,34(06): 1014-1018
14. 邹铁祥;戴廷波;姜东;荆奇;曹卫星.氮、钾水平对小麦花后旗叶光合特性的影响[J]. 作物学报, 2007,33(10): 1667-1673
15. 魏凤珍;李金才;王成雨;屈会娟;沈学善.氮肥运筹模式对小麦茎秆抗倒性能的影响[J]. 作物学报, 2008,34(06): 1080-1085
16. 王东;于振文.施氮量对强筋小麦品种济麦20氮硫积累与再分配及籽粒品质的影响[J]. 作物学报, 2007,33(09): 1439-1445
17. 李素娟;陈继康;陈阜;李琳;张海林.华北平原免耕冬小麦生长发育特征研究[J]. 作物学报, 2008,34(02): 290-296
18. 鱼欢;冯佰利;张英;刘鹏涛;何永艳;代惠萍;李生秀.不同栽培模式下冬小麦叶片衰老与活性氧代谢研究[J]. 作物学报, 2007,33(10): 1729-1732
19. 赵鹏;陈阜.秸秆还田配施化学氮肥对冬小麦氮效率和产量的影响[J]. 作物学报, 2008,34(06): 1014-1018
20. 许振柱;于振文;王东;张永丽.灌溉量对小麦氮素吸收和运转的影响[J]. 作物学报, 2004,30(10): 1002-1007
21. 王晨阳;郭天财;彭羽;朱云集;马冬云;张灿军.花后灌水对小麦籽粒品质性状及产量的影响[J]. 作物学报, 2004,30(10): 1031-1035
22. 王文静.不同穗型冬小麦籽粒灌浆期源库强度及其与淀粉积累的关系[J]. 作物学报, 2004,30(09): 916-921
23. 高松洁;郭天财;王文静;阎凌云;王应君;韩锦峰.不同土壤对不同筋力冬小麦品种籽粒灌浆过程中淀粉合成有关酶活性的影响[J]. 作物学报, 2004,30(05): 470-474
24. 金之庆;石春林.江淮平原小麦渍害预警系统(WWWS)[J]. 作物学报, 2006,32(10): 1458-1465
25. 郭天财;冯伟;赵会杰;薛国典;王化岑;王永华;姚战军.两种穗型冬小麦品种旗叶光合特性及氮素调控效应[J]. 作物学报, 2004,30(02): 115-121
26. 邱化蛟;贺明荣;常欣;许秀美;韩祥明;冷寿慈.不同基因型冬小麦叶片酸性磷酸酯酶活性的差异[J]. 作物学报, 2004,30(08): 792-795
27. 陈晓远;高志红;刘晓英;罗远培.水分胁迫对冬小麦根、冠生长关系及产量的影响[J]. 作物学报, 2004,30(07): 723-728
28. 王之杰;王纪华;黄文江;马智宏;王北洪;赵春江;赵明.冬小麦叶片氮素时空分布特征及其与籽粒品质的关系[J]. 作物学报, 2004,30(07): 700-707
29. 邓志英;田纪春;张永祥;王延训;孙国兴;盛峰.冬小麦高、低分子量麦谷蛋白亚基形成时间和积累强度及其与沉降值的关系[J]. 作物学报, 2005,31(03): 308-315
30. 胡延吉.两个不同适应性冬小麦品种的竞争能力[J]. 作物学报, 2003,29(02): 175-180
31. 高松洁;王文静;郭天财;韩锦峰.不同穗型冬小麦品种灌浆期旗叶碳氮代谢特点及籽粒淀粉积累动态[J]. 作物学报, 2003,29(03): 427-431
32. 许振柱;于振文;张永丽.土壤水分对小麦籽粒淀粉合成和积累特性的影响[J]. 作物学报, 2003,29(04): 595-600
33. 许振柱;于振文;王东;张永丽.灌溉条件对小麦籽粒蛋白质组分积累及其品质的影响[J]. 作物学报, 2003,29(05): 682-687
34. 王朝辉;田霄鸿;李生秀.冬小麦生长后期地上部分氮素的氨挥发损失[J]. 作物学报, 2001,27(01): 1-6
35. 王月福;于振文;李尚霞;余松烈.氮素营养水平对冬小麦氮代谢关键酶活性变化和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报, 2002,28(06): 743-748
36. 王新望;赖菁茹;刘广田.农艺性状优良冬小麦ph1b系的创造及标记辅助选择的应用[J]. 作物学报, 2000,26(03): 327-332
37. 胡延吉;兰进好;赵坦方;高法振.不同穗型的两个冬小麦品种冠层结构及光合特性的研究[J]. 作物学报, 2000,26(06): 905-912
38. 冯玉香;何维勋;孙忠富;钟秀丽.我国冬小麦霜冻害的气候分析[J]. 作物学报, 1999,25(03): 335-340

39. 张其德;刘合芹;张建华;李建民.限水灌溉对冬小麦旗叶某些光合特性的影响[J]. 作物学报, 2000,26(06): 869-873
40. 王志芬;陈学留;余美炎;王同燕;任凤山;徐兵.冬小麦群体根系32P吸收活力与群体光合速率关系的研究[J]. 作物学报, 1999,25(04): 458-465
41. 王文静;刘林业;罗毅;姜玉梅.三个不同品质类型冬小麦品种籽粒淀粉积累动态及其有关酶的活性变化[J]. 作物学报, 2005,31(10): 1305-1309
42. 于振文;潘庆民;姜东;张永丽;王东.9000 kg/公顷小麦施氮量与生理特性分析[J]. 作物学报, 2003,29(01): 37-43
43. 姜东;戴廷波;荆奇;曹卫星;赵辉;周琴;范雪梅;陈荣振;冯国华;刘东涛;张爱君.长期定位施肥对小麦旗叶膜脂过氧化作用及GS活性的影响[J]. 作物学报, 2004,30(12): 1232-1236
44. 朱云集;郭汝礼;郭天财;王永华;李翔.两种穗型冬小麦品种分蘖成穗与内源激素之间关系的研究[J]. 作物学报, 2002,28(06): 783-788
45. 田笑明;叶珍.新疆冬小麦品种更替与旗叶叶肉细胞变化的关系研究[J]. 作物学报, 1990,16(03): 267-275
46. 王东;于振文;李延奇;史桂萍.施氮量对济麦20旗叶光合特性和蔗糖合成及籽粒产量的影响[J]. 作物学报, 2007,33(06): 903-908
47. 马冬云;郭天财;朱云集;王晨阳;宋晓;王永华.施氮水平对两个冬小麦品种面粉色泽及面条品质的影响[J]. 作物学报, 2007,33(06): 987-990
48. 闫素辉;王振林;戴忠民;李文阳;付国占;贺明荣;尹燕桦.两个直链淀粉含量不同的小麦品种籽粒淀粉合成酶活性与淀粉积累特征的比较[J]. 作物学报, 2007,33(01): 84-89
49. 王晓英;贺明荣.水氮耦合对济麦20籽粒蛋白质组分及品质的影响[J]. 作物学报, 2007,33(01): 126-131
50. 肖春华;李少昆;王克如;卢艳丽;谢瑞芝;高世菊.基于多视角反射光谱的冬小麦冠层叶片氮素营养监测研究[J]. 作物学报, 2007,33(07): 1141-1145
51. 郭天财;宋晓;冯伟;马冬云;谢迎新;王永华.高产麦田氮素利用、氮平衡及适宜施氮量[J]. 作物学报, 2008,34(05): 886-892
52. 张黎;王石立;何延波;马玉平;庄立伟;侯英雨.遥感信息应用于水分胁迫条件下的华北冬小麦生长模拟研究[J]. 作物学报, 2007,33(03): 401-410
53. 贾秀领;王振林;马瑞昆;张丽华;张全国;杨利华.土壤水分状况对小麦叶片超声波信号发射及木质部脆弱性的影响[J]. 作物学报, 2007,33(02): 269-277
54. 秦晓东;戴廷波;荆奇;姜东;曹卫星.冬小麦叶片氮含量时空分布及其与植株氮营养状况的关系[J]. 作物学报, 2006,32(11): 1717-1722
55. 刘殿英;石立岩;董庆裕.不同时期追施肥水对冬小麦根系、根系活性和植株性状的影响[J]. 作物学报, 1993,19(02): 149-155
56. 马玉平;王石立;张黎;庄立伟.基于升尺度方法的华北冬小麦区域生长模型初步研究 I.潜在生产水平[J]. 作物学报, 2005,31(06): 697-705
57. 朱云集;郭天财;谢迎新;马冬云;王晨阳;王永华.施用不同种类硫酸肥对豫麦49产量和品质的影响[J]. 作物学报, 2006,32(02): 293-297
58. 姜春明;尹燕桦;刘霞;王振林.不同耐热性小麦品种旗叶膜脂过氧化和保护酶活性对花后高温胁迫的响应[J]. 作物学报, 2007,33(01): 143-148
59. 于振文;田奇卓;潘庆民;岳寿松;王东;段藏禄;段玲玲;王志军;牛运生.黄淮麦区冬小麦超高产栽培的理论与实践[J]. 作物学报, 2002,28(05): 577-585
60. 房全孝;陈雨海;李全起;于舜章;余松烈;董庆余;罗毅.灌溉对冬小麦灌浆期光合产物供应和转化及有关酶活性的影响[J]. 作物学报, 2004,30(11): 1113-1118
61. 王月福;于振文;李尚霞;余松烈.小麦籽粒灌浆过程中有关淀粉合成酶的活性及其效应[J]. 作物学报, 2003,29(01): 75-81
62. 元增军;刘大钧;陈佩度;王苏玲;李斯深;李晴祺.冬小麦种质“矮孟牛”中新型小麦-黑麦复杂易位的遗传传递分析[J]. 作物学报, 2001,27(05): 582-589
63. 李全起;陈雨海;于舜章;吴巍;周勋波;董庆裕;余松烈.灌溉与秸秆覆盖条件下冬小麦农田小气候特征[J]. 作物学报, 2006,32(02): 306-309
64. 马冬云;郭天财;王晨阳;朱云集;宋晓;王永华;岳艳军.施氮量对冬小麦灌浆期光合产物积累、转运及分配的影响[J]. 作物学报, 2008,34(06): 1027-1033
65. 蔡瑞国;尹燕桦;张敏;戴忠民;严美玲;付国占;贺明荣;王振林.氮素水平对藁城8901和山农1391籽粒品质的调控效应[J]. 作物学报, 2007,33(02): 304-310
66. 房全孝;陈雨海;李全起;于舜章;罗毅;于强;欧阳竹.土壤水分对冬小麦生长后期光能利用及水分利用效率的影响[J]. 作物学报, 2006,32(06): 861-866
67. 田笑明.新疆冬小麦品种更替中农艺性状演变和发展方向的研究[J]. 作物学报, 1991,17(04): 297-303
68. 刘海英;郭天财;朱云集;王晨阳;康国章.开花期外施油菜素内酯(epi-BR)对小麦籽粒淀粉积累及其关键酶活性的影响[J]. 作物学报, 2006,32(06): 924-930
69. 张永清;苗果园.水分胁迫条件下有机肥对小麦根苗生长的影响[J]. 作物学报, 2006,32(06): 811-816
70. 单成钢;廖树华;龚宇;梁振兴;王璞.应用数字图像技术估测冬小麦冠层生物量垂直分布特征的研究[J]. 作物学报, 2007,33(03): 419-424
71. 赵俊晔;于振文.高产条件下施氮量对冬小麦氮素吸收分配利用的影响[J]. 作物学报, 2006,32(04): 484-490
72. 彭正萍;李春俭;薛世川;门明新;毕淑芹.旗叶期缺磷及去蘖对小麦光合特性和磷分配的影响[J]. 作物学报, 2006,32(04): 588-592

73. 朱云集;谢迎新;郭天财;马冬云;戴廷波;曹卫星. 硫酸对两个不同穗型冬小麦品种光合特性及产量的影响[J]. 作物学报, 2006,32(03): 436-441
74. 李少昆;王克如;冯聚凯;谢瑞芝;高世菊. 玉米秸秆还田与不同耕作方式下影响小麦出苗的因素[J]. 作物学报, 2006,32(03): 463-465
75. 林作楫;周希丹;揭声慧;胡学义;丁霄霖;金茂国. 冬小麦烘烤品质与其它一些品质性状及产量性状间的相互关系[J]. 作物学报, 1989,15(02): 151-159
76. 傅永福;孟繁静. 玉米赤霉烯酮与冬小麦的生长与发育[J]. 作物学报, 1994,20(03): 271-276
77. 程延年. 北京地区冬小麦穗分化时期出现日期的研究[J]. 作物学报, 1994,20(04): 401-410
78. 金之庆;方娟;葛道阔;郑喜莲;陈华. 全球气候变化影响我国冬小麦生产之前瞻[J]. 作物学报, 1994,20(02): 186-197
79. 董树亭. 高产冬小麦群体光合能力与产量关系的研究[J]. 作物学报, 1991,17(06): 461-469
80. 马千全;邹琦;李永华;李德全;王伟. 根施甜菜碱对水分胁迫下小麦幼苗水分状况和抗氧化能力的改善作用[J]. 作物学报, 2004,30(04): 321-328
81. 王素艳;霍治国;李世奎;卢志光;薛昌颖. 北方冬小麦干旱灾损风险区划[J]. 作物学报, 2005,31(03): 267-274
82. 姜东;谢祝捷;曹卫星;戴廷波;荆奇. 花后干旱和渍水对冬小麦光合特性和物质运转的影响[J]. 作物学报, 2004,30(02): 175-182
83. 李永庚;于振文;姜东;余松烈. 超高产冬小麦拔节期分蘖间¹⁴C同化物分配及分蘖成穗特性的研究[J]. 作物学报, 2001,27(04): 517-521
84. 贺明荣;杨雯玉;王晓英;王振林;杨万立. 不同氮肥运筹模式对冬小麦籽粒产量品质和氮肥利用率的影响[J]. 作物学报, 2005,31(08): 1047-1051
85. 苗果园;张云亭;尹钧;侯跃生;潘幸来. 黄土高原旱地冬小麦根系生长规律的研究[J]. 作物学报, 1989,15(02): 104-115
86. 郑秀琴;冯利平;刘荣花. 冬小麦产量形成模拟模型研究[J]. 作物学报, 2006,32(02): 260-266
87. 万华伟;王锦地;张永强;项月琴;焦子铨;张霄羽. 用MODIS数据监测冬小麦冠层反照率变化信息的方法研究[J]. 作物学报, 2005,31(12): 1572-1578
88. 李德全;郭清福;张以勤;邹琦;程炳嵩. 冬小麦抗旱生理特性的研究[J]. 作物学报, 1993,19(02): 125-132
89. 马红亮;朱建国;谢祖彬;刘钢;张雅丽;曾青. 开放式空气CO₂浓度升高对冬小麦生长和N吸收的影响[J]. 作物学报, 2005,31(12): 1634-1639
90. 李宗智. 冬小麦若干品质性状遗传及相关的研究[J]. 作物学报, 1990,16(01): 8-18
91. 米国华;梁振兴;梅楠. 冬小麦短缩茎的维管系统与叶蘖同伸规律[J]. 作物学报, 1992,18(06): 401-406
92. 赵双宁;曾启明;陈毅伟;孙俐严;曹梅林;高世菊;庄巧生. 冬小麦新品种选育专家系统的设计与实现[J]. 作物学报, 1992,18(06): 407-417
93. 王培;范光年;方仁;桑建利;王玉秀;朱至清. 幼穗无性系变异在小麦育种上的应用[J]. 作物学报, 1992,18(05): 391-396
94. 李文阳;尹燕桦;闫素辉;戴忠民;李勇;梁太波;耿庆辉;王振林. 小麦花后弱光对籽粒淀粉积累和相关酶活性的影响[J]. 作物学报, 2008,34(04): 632-640
95. 李章成;周清波;吕新;林海荣;李森. 冬小麦拔节期冻害后高光谱特征[J]. 作物学报, 2008,34(05): 831-837
96. 谭海珍;李少昆;王克如;谢瑞芝;高世菊;明博;于青;赖军臣;刘国庆;汤秋香. 基于成像光谱仪的冬小麦苗期冠层叶绿素密度监测[J]. 作物学报, 2008,34(10): 1812-1817
97. 李全起;陈雨海;周勋波;余松烈. 灌溉和种植模式对冬小麦播前土壤含水量的消耗及水分利用效率的影响[J]. 作物学报, 2009,35(1): 104-109
98. 王晓楠;付连双;李卓夫;孙艳丽;王玉波;刘灿;王金伟;陈禹兴. 低温驯化及封冻后不同抗寒性小麦品种的形态建成及生理基础分析[J]. 作物学报, 2009,35(7): 1313-1319
99. 张胜全;方保停;张英华;周顺利;王志敏. 冬小麦节水栽培三种灌溉模式的水氮利用与产量形成[J]. 作物学报, 0,(): 0-
100. 付雪丽, 张惠, 贾继增, 杜立丰, 付金东, 赵明. 冬小麦-夏玉米“双晚”种植模式的产量形成及资源效率研究[J]. 作物学报, 2009,35(9): 1708-1714
101. 屈会娟, 李金才, 沈学善, 李如意, 魏凤珍, 张一. 播种密度对冬小麦不同穗位与粒位结实粒数和粒重的影响[J]. 作物学报, 2009,35(10): 1875-1883

文章评论 (请注意:本站实行文责自负, 请不要发表与学术无关的内容!评论内容不代表本站观点.)

HTTP Status 404 -
/zwxb/CN/comment/listCommentInfo.jsp

