

不同种植行距的大穗型小麦品种‘兰考矮早八’中几种与旗叶衰老有关的生理指标变化

郭天财^{1,*}, 刘胜波¹, 冯伟¹, 杨文平^{1,2}, 王永华¹, 韩巧霞¹

¹河南农业大学国家小麦工程技术研究中心, 郑州450002; ²河南科技学院, 河南新乡453003

摘要: 在大田高产栽培条件下, 检测不同种植行距的大穗型小麦品种‘兰考矮早八’开花后与旗叶衰老相关生理指标以及产量性状的结果表明, 相对于传统行距为20 cm而言, ‘兰考矮早八’种植行距缩至15 cm的花后旗叶中叶绿素降解减慢, 丙二醛(MDA)含量下降, 抗氧化系统酶活性增强, 功能叶衰老减缓, 穗粒重提高; 行距缩至10 cm时, 尽管灌浆中后期过氧化物歧化酶(SOD)活性增强, 但过氧化氢酶(CAT)和过氧化物酶(POD)活性下降, 花后旗叶中叶绿素降解加快, MDA含量升高, 植株衰老加快, 穗粒重下降。

关键词: 小麦; 行距配置; 衰老; 抗氧化酶; 产量

Changes in Several Physiological Indices Related to Senescence in Flag Leaves of Heavy-ear Wheat ‘Lankao aizao8’ with Different Row Spacing

GUO Tian-Cai^{1,*}, LIU Sheng-Bo¹, Feng Wei¹, YANG Wen-Ping^{1,2}, WANG Yong-Hua¹, HAN Qiao-Xia¹

¹National Engineering Research Centre for Wheat, Henan Agricultural University, Zhengzhou, Henan 450002, China; ²Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003, China

Abstract: Under the condition of highyield planting, physiological indices related to senescence in flag leaves and yield characters of heavy-ear wheat ‘Lankao aizao8’ with different row spacing were determined. The results showed that compared with wheat with row spacing of 20 cm, wheat with row spacing of 15 cm had a delay of chlorophyll degradation, less content of malondialdehyde (MDA), higher activity of antioxidant enzymes and higher spike grain weight. The wheat with row spacing of 10 cm had higher activity of superoxide dismutase (SOD) in late grain filling, but activities of catalase (CAT) and peroxidases (POD) decreased, and chlorophyll degradation accelerated, content of MDA increased, senescence of plants accelerated and spike grain weight decreased.

Key words: wheat (*Triticum aestivum*); row spacing form; senescence; antioxidant enzymes; yield

近十年来, 山东和河南等地采用多穗型品种小麦曾创造了每公顷达9 000 kg以上的超高产量(朱云集等1998, 2001; 王晨阳等1998; 单玉珊2001)。现有的多穗型品种依靠在单位面积上容纳更多穗数以实现超高产(>9 000 kg·hm⁻²)已比较困难(郭天财等2006), 而大穗型小麦品种以其穗粒重高和产量潜力大则在小麦超高产育种和栽培中逐渐受到重视。但由于现有大穗型小麦品种的分蘖成穗率低, 单位面积的成穗数少, 限制了其产量的进一步提高。目前生产中多采用增加基本苗数以提高单位面积成穗数, 但如仍用传统的行距, 必然导致单株营养面积降低, 因而部分植株因生长不良而遭淘汰, 结果造成基本苗与成穗比例在1以下(潘庆民等1997; 赵会杰等1999)。有

关种植行距对小麦的影响已有不少报道, 适当缩小行距可形成合理的群体结构, 提高水分利用率(Marshall和Ohm 1987; 孙宏勇等2006; 朱统泉等2006; 朱云集等2001; 吴玉娥等2005), 有利于杂草控制和促进有机农业的发展(Marshall和Ohm 1987; Roberts等2001; Lafond和Derksen 1996; Lafond 1994; Hiltbrunner等2005), 而对不同行距影响超高产条件下大穗型冬小麦品种衰老生理特性的研究尚少。为此, 本文在大田高产栽培条件下, 研究了不同行距对大穗型小麦品种

收稿 2007-09-21 修定 2007-12-28

资助 “十一五”国家科技支撑计划重大项目(2006BAD02A07)和河南省重大科技攻关项目(0522010100)。

* E-mail: tcguo888@sina.com; Tel: 0371-63558201

‘兰考矮早八’花后旗叶衰老特性和产量构成的影响,以期能为该类型品种小麦超高产栽培中选择适宜的行距,以实现高产稳产提供参考。

材料与方法

试验于2005~2006年在河南农业大学农场(郑州)进行。试验地前茬为绿肥作物田菁,耕翻于地下以培肥地力。试验地土质为沙壤土,0~30 cm土层的土壤养分含量为:10.9 g·kg⁻¹有机质、0.78 g·kg⁻¹全氮、60.5 mg·kg⁻¹碱解氮、31.2 mg·kg⁻¹速效磷、92.2 mg·kg⁻¹速效钾。按照试验地土壤基础养分含量和高产小麦的养分需求,耕地前施118 kg·hm⁻²纯N、84 kg·hm⁻² P₂O₅、113 kg·hm⁻² K₂O;拔节期结合浇水追施69 kg·hm⁻²纯N。试验采用随机区组设计,行距有10、15和20 cm 3个处理。以单穗重2 g左右的小麦(*Triticum aestivum* L.)大穗型品种‘兰考矮早八’为实验材料。基本苗为375×10⁴株·hm⁻²,重复3次,小区面积20 m²。10月15日播种,次年4月20日灌水1次,其他栽培管理同高产麦田。

从小麦开花后第5天开始,每5 d取样一次,每次各处理取10片旗叶,立即置于冰盆中,选取中间部位的旗叶,剪碎和混匀后进行有关项目的测定。叶绿素含量采用丙酮、无水乙醇混合液提取法(张宪政1986)。丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量采用硫代巴比妥酸法(中国科学院上海植物生理研究所和上海市植物生理学会1999)。超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性参照王爱国等(1983)文中的方法。过氧化物酶(peroxidase, POD)活性采用愈创木酚显色法(Amalok等1994)。过氧化氢酶(catalase, CAT)活性参照邹琦(2000)书中的方法。产量和产量构成因素于成熟前每小区测定单位面积穗数,收获后取20株进行室内考种,求得每穗粒数、千粒重和穗粒重。以小区实收算单位面积籽粒产量。

结果与讨论

1 行距对旗叶中叶绿素含量的影响

由图1可以看出,小麦‘兰考矮早八’开花后旗叶中叶绿素含量随着籽粒灌浆进程呈先稳定升高后迅速下降的变化趋势。在籽粒灌浆期,行

距15 cm的叶绿素含量较高,行距20 cm的次之,行距10 cm的相对较低。此外,行距10 cm的旗叶中叶绿素含量在花后20 d即迅速下降,而行距15 cm和20 cm的两处理则在花后25 d才下降,这可能是10 cm行距的小麦由于行间通风透光较差,叶绿素降解快,而适当扩大行距(15 cm)则植株间通风透光条件得到改善,叶绿素降解减慢之果。

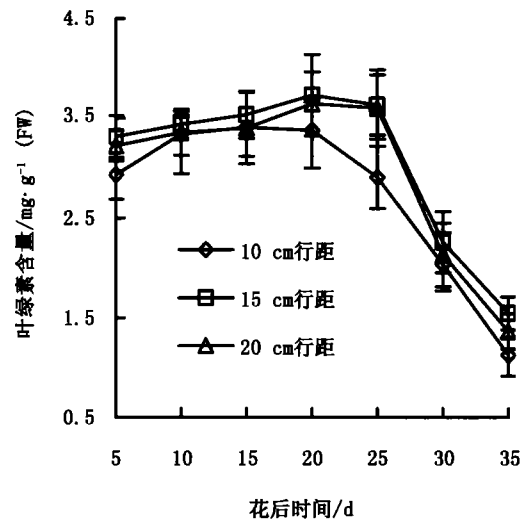


图1 行距对旗叶中叶绿素含量的影响

Fig.1 Effect of row spacing on chlorophyll content in flag leaves

2 行距对旗叶中MDA含量的影响

从图2可以看出,不同行距小麦开花后旗叶中MDA含量均随着籽粒灌浆进程呈逐渐增加趋

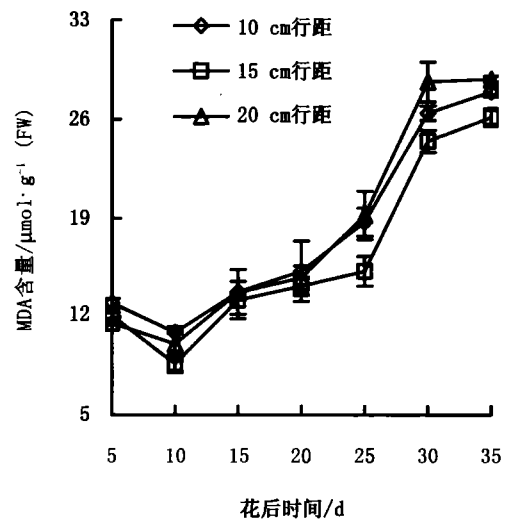


图2 行距对旗叶中MDA含量的影响

Fig.2 Effect of row spacing on MDA content in flag leaves

势, 其中, 花后 20 d 以前增加较为缓慢, 而花后 20~30 d 积累加快, 并于花后 30~35 d 达到最大值。不同行距之间小麦旗叶中 MDA 含量存在差异。在花后 5 d, 10 cm 行距的最高, 15 cm 行距的次之, 行距 10 cm 与 20 cm 之间的差异显著, 而行距 15 cm 与 20 cm 之间的差异则不显著。花后 10~20 d 期间, 不同行距之间旗叶的 MDA 含量依次为 10 cm>20 cm>15 cm, 但随着籽粒灌浆进程, 不同行距之间的变化趋势明显不同, 在花后 25~35 d 期间, MDA 含量则表现为 20 cm>10 cm>15 cm, 尤其是花后 30~35 d, 不同行距之间的差异均达极显著水平。由此可以看出, 对于‘兰考矮早八’这种分蘖成穗率较低的大穗型品种来说, 其行距以 15 cm 为宜。

3 行距对旗叶中 SOD、CAT 和 POD 活性的影响

图 3~5 显示: (1)不同行距的小麦开花后旗叶中 SOD 活性随着灌浆进程先下降后上升, 而后又下降的变化趋势(图 3)。花后 5 d, 旗叶的 SOD 活性较高, 花后 15 d 时降至低谷, 之后又迅速上升, 并于花后 30 d 达到峰值, 随后又迅速下降。从不同行距来说, 在花后 5 d, SOD 活性以行距 20 cm 的为最高, 行距 15 cm 的次之; 而在花后 10~15 d, 行距 15 cm 的最高。随着籽粒灌浆进程, 不同行距之间变化趋势更加明显, 行距加大, SOD 活性下降, 开花 35 d 时, 行距 10 cm 和 15 cm 的比 20 cm 的分别高 70.0% 和 20.0%。表明此品种的宽行距在灌浆前期能有效维持较高的

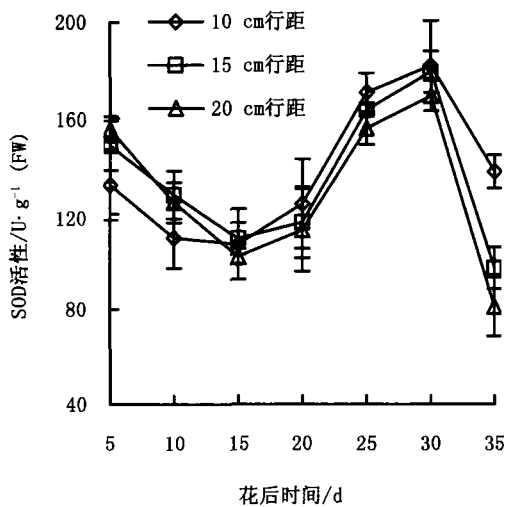


图 3 行距对旗叶中 SOD 活性的影响

Fig.3 Effect of row spacing on SOD activity in flag leaves

叶片 SOD 活性, 而在灌浆后期, 则以窄行距的较高, 这对延缓叶片衰老进程是有利的。

(2)在整个灌浆期间不同行距的小麦‘兰考矮早八’的旗叶中 CAT 活性表现为前期持续上升, 花后 15 d 达到最大值, 而后迅速下降(图 4)。花后 5~10 d 及 20 d, 不同行距之间差异表现为行距 15 cm>10 cm>20 cm, 花后 15 d 则随行距增大而下降: 自花后 25 d 起, 不同行距之间差异则表现为行距 15 cm>20 cm>10 cm; 花后 35 d, 行距 15 cm 比 20 cm 和 10 cm 的分别高 18.98% 和 45.97%。

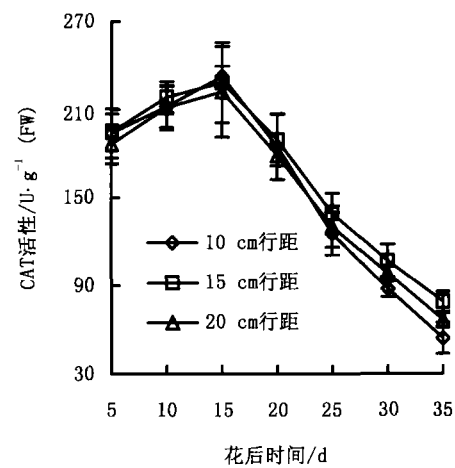


图 4 行距对旗叶中 CAT 活性的影响

Fig.4 Effect of row spacing on CAT activity in flag leaves

(3)小麦‘兰考矮早八’在不同行距种植条件下旗叶中 POD 活性随着籽粒灌浆进程呈单峰曲线, 花后 15 d 达到最大值(图 5)。花后 5~15 d,

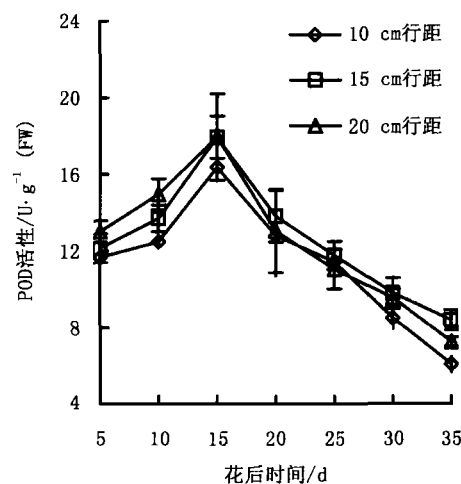


图 5 行距对旗叶中 POD 活性的影响

Fig.5 Effect of row spacing on POD activity in flag leaves

旗叶中 POD 活性表现为行距 20 cm>15 cm>10 cm, 但从开花后 15 d 开始, 即在籽粒灌浆的中后期, 不同行距的 POD 活性则表现为行距 15 cm>20 cm>10 cm。可能是行距小, 行间通风透光不良。据此认为小麦‘兰考矮早八’这种大穗型品种的栽培行距应由传统的 20 cm 缩至 15 cm, 这样可提高籽粒灌浆期间的 POD 活性, 尤其是灌浆后期, 从而延缓植株衰老, 以利籽粒灌浆。

4 行距对产量和产量构成因素的影响

从表 1 可以看出, 行距 10 cm 的成穗数最高, 其次为 15 cm 的, 两者与行距 20 cm 之间的差异显著。穗粒数的高低依次为行距 15 cm>20 cm>

10 cm, 差异均达显著水平。行距对千粒重的影响较小, 不同行距之间的差异均不显著。穗粒重表现为行距 15 cm>20 cm>10 cm, 行距 15 cm 与 10 cm 之间差异显著, 而与行距 20 cm 之间差异不显著。最终籽粒产量表现为行距 15 cm>10 cm>20 cm, 行距 15 cm 与 10 cm 和 20 cm 之间差异显著, 而 10 cm 与 20 cm 之间差异不显著。由此可见, 对于‘兰考矮早八’这种分蘖成穗率低的大穗型品种来说, 适当缩小行距可以提高产量, 其原因是穗粒数增加和穗粒重提高之果, 相对于传统的行距 20 cm 而言, 行距 15 cm 对提高单位面积内的成穗数有良好效果。

表 1 行距对小麦‘兰考矮早八’产量和产量构成因素的影响

Table 1 Effects of row spacing on yield and yield components in wheat ‘Lankao aizao8’

行距/cm	穗数/ $\times 10^4 \cdot \text{hm}^{-2}$	穗粒数/粒·穗 ⁻¹	千粒重/g	穗粒重/g	籽粒产量/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$
10	496.95 ^{Aa}	41.30 ^{Cc}	43.87 ^{Aa}	1.85 ^{Ab}	8425.33 ^{Ab}
15	489.00 ^{ABa}	46.30 ^{Aa}	43.93 ^{Aa}	2.03 ^{Aa}	8786.67 ^{Aa}
20	459.00 ^{Bb}	45.10 ^{Bb}	44.10 ^{Aa}	1.99 ^{Aa}	8314.17 ^{Ab}

不同的大写字母和小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平。

参考文献

郭天财, 朱云集, 沈天民, 马冬云, 王晨阳(2006). 重穗型小麦品种窄行密植公顷产量超 10t 配套栽培技术探讨. 河南农业科学, (3): 25~28

潘庆民, 于振文, 董庆裕, 张华利, 姜衍坤, 宿安亭, 李宪文, 刘存臻(1997). 鲁麦 22 号小麦亩产 600 kg 群体结构分析. 山东农业科学, (4): 8~11

单玉珊(2001). 小麦高产栽培技术原理. 北京: 科学出版社, 10~13

孙宏勇, 刘昌明, 张喜英, 陈素英, 裴冬(2006). 不同行距对冬小麦麦田蒸发、蒸散和产量的影响. 农业工程学报, 22 (3): 22~26

王爱国, 罗广华, 邵从本, 吴淑君, 郭俊彦(1983). 大豆种子超氧化物歧化酶的研究. 植物生理与分子生物学学报, 9 (1): 77~84

王晨阳, 朱云集, 夏国军, 宋家永, 李九星, 王永华, 罗毅(1998). 氮肥后移对超高产小麦产量及生理特性的影响. 作物学报, 24 (6): 978~983

吴玉娥, 韩占江, 薛香, 郝庆炉, 梁云娟(2005). 行距对不同株型小麦产量性状的影响. 河南科技学院学报(自然科学版), 25 (3): 14~16

张宪政(1986). 植物叶绿素含量测定 - 丙酮乙醇混合液法. 辽宁农业科学, (3): 26~28

赵会杰, 郭天财, 刘华山, 朱云集, 夏国军, 王永华, 罗毅(1999). 大穗型高产小麦群体的光照特征和生理特性研究. 河南农业大学学报, 33 (2): 101~105

中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会(1999). 现代植物生理学实验指南. 北京: 科学出版社, 305~306

朱统泉, 赵立尚, 贺建峰, 李栋业, 苗任重(2006). 不同行距对小

麦群体质量及产量的调节效应. 陕西农业科学, (4): 8~10

朱云集, 崔金梅, 郭天财, 王晨阳, 张三坤, 李九星, 王永华(1998). 温麦 6 号生育规律及其超高产栽培关键技术研究. 作物学报, 24 (6): 947~951

朱云集, 郭汝礼, 郭天财, 张庆友, 王之杰, 王永华(2001). 行距配置与密度对兰考 906 群体质量及产量的影响. 麦类作物学报, (2): 62~66

邹琦(2000). 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社, 168~170

Amalo K, Chen GX, Asade K (1994). Separate assays specific for ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase and for the chloroplastic and cytosolic isozymes of ascorbate peroxidase in plants. *Plants Cell Physiol*, 35: 497~504

Hiltbrunner J, Liedgens M, Stamp P, Streit B (2005). Effects of row spacing and liquid manure on directly drilled winter wheat in organic farming. *Eur J Agron*, 22: 441~447

Lafond GP (1994). Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on barley and wheat under zero-till management. *Can J Plant Sci*, 74: 703~711

Lafond GP, Derksen DA (1996). Effects of row spacing and seeding rate effects in wheat and barley under a conventional fallow production system. *Can J Plant Sci*, 76: 791~793

Marshall GC, Ohm HW (1987). Yield responses of 16 winter wheat cultivars to row spacing and seeding rate. *Agron J*, 79: 1027~1030

Roberts JR, Peeper TE, Solie JB (2001). Wheat (*Triticum aestivum*) row spacing, seeding rate, and cultivar affect interference from rye (*Secale cereale*). *Weed Technol*, 15 (1): 19~25