

冬小麦不同行距下水分特征与产量构成的初步研究*

周勋波¹ 孙淑娟¹ 陈雨海^{1†} 李全起² 杨国敏¹

(1 山东农业大学农学院, 山东泰安 271018)

(2 中国科学院遗传与发育生物学研究所农业资源研究中心, 石家庄 050021)

MOISTURE CHARACTERISTICS AND YIELD COMPOSITION OF WINTER WHEAT
DIFFERENT IN ROW SPACINGZhou Xunbo¹ Sun Shujuan¹ Chen Yuhai^{1†} Li Quanqi² Yang Guomin¹

(1 Agronomy College of Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China)

(2 Center for Agricultural Resources Research, Institute of Genetic and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Shijiazhuang 050021, China)

关键词 冬小麦; 行距; 水分特征; 产量构成

中图分类号 S152.7 文献标识码 A

山东省是典型的冬小麦—夏玉米一年两熟制地区, 土壤干旱与湿润交替变化, 是旱地农业与灌溉农业中作物经常面临的田间环境, 由于降雨时空分配极不均匀, 干、湿季节十分明显, 常引起季节性干旱, 尤其是冬小麦生长期, 缺水现象比较普遍。植物在极端环境下对水分胁迫的生理反应和适应机制等水分生理生态方面研究已有报道^[1-6]。本研究通过调整冬小麦行距改变局部生境, 对叶片水势、渗透势、相对含水量、土壤蒸发和产量等相关指标分析, 探讨不同行距分布对水分与产量等相关指标的影响, 为进一步优化配置种群结构、提高冬小麦群体对水分及其他环境资源的利用效率、确定黄淮海生态区域节水高效型的冬小麦种植结构和适合区域特点的节水高效种植模式等提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试土壤 0~20 cm 养分状况为: 有机质 14.0 g kg⁻¹, 碱解氮(N) 105 mg kg⁻¹, 有效磷(P) 41.5 mg kg⁻¹, 速效钾(K) 102 mg kg⁻¹, pH 为 6.9; 0~60

cm 土层的容重为 1.50 g cm⁻³, 田间持水量为 25.7% (质量含水量), 凋萎湿度为 7.65% (体积百分比), 有效含水量为 108.6 mm。试验地前茬作物为夏玉米, 夏玉米收获后施有机肥 120 m³ hm⁻², 尿素 140 kg hm⁻², 硫酸钾 126 kg hm⁻², 磷酸二铵 280 kg hm⁻², 供试小麦品种为山农 919。

1.2 试验设计

试验于 2005 年 10 月~2006 年 6 月在山东农业大学农学实验站试验田进行。2005 年 10 月 15 日按 2.04 × 10⁶ 株 hm⁻² 进行人工点播, 冬小麦在同一密度下设置 5 种不同行距, 即行距 × 株距分别为 A: 7 cm × 7 cm, B: 14 cm × 3.5 cm, C: 24.5 cm × 2 cm, D: (20+40) cm × 1.6 cm (行距为 20 cm 和 40 cm 间隔出现), E: 49 cm × 1 cm。小区面积为 2.5 m × 7.0 m, 3 次重复, 随机排列。生育期间不灌水, 大田管理同高产田。

棵间蒸发采用自制的小型蒸渗装置(内径 50 mm、壁厚 2 mm、高 50 mm 的环刀)进行测定, 自 2006 年 5 月 14 日起每天测定 1 次^[7]。叶片相对含水量(RWC%)自 2006 年 5 月 8 日每 5 天测定 1 次^[8]。叶片水势(Ψ_w)采用 Psypro 露点水势测量系统(美国

* 国家重点基础研究发展规划项目(2005CB121106)、中国科学院禹城综合试验站开放课题基金项目(yc2002006)和聊城市国家计委大型优质小麦生产基地项目(20021106)联合资助

† 通讯作者, E-mail: yhchen@sdau.edu.cn

作者简介: 周勋波(1972~), 男, 黑龙江富锦人, 硕士, 副教授, 主要从事农业生态与节水农业的研究与教学。E-mail: xunbozhou@163.com

收稿日期: 2006-09-26; 收到修改稿日期: 2006-12-18

WESCOR 公司)于 2006 年 5 月 1 日进行测定,每小区测定 3 个叶片(旗叶),每 7 天测定 1 次,在测定叶水势的同时,用 Vapro5520 渗透压力计(美国 WESCOR 公司)测定叶片渗透势(ψ_s)^[9]。2006 年 6 月 9 日收获,测产、考种。

2 结果与分析

2.1 冬小麦不同行距对叶片水势和渗透势的影响

从抽穗至灌浆成熟阶段,不同处理冬小麦叶片的 ψ_w 均呈下降趋势,表明 ψ_w 变化与衰老有密切关系;不同处理的行距与叶片水势呈负相关($r = -0.779$)。5 月 29 日, A、B、C 处理与 D、E 处理间达极显著差异($F = 40.79, F_{0.01} = 5.03$),其中, A、B、C 处理较 5 月 1 日分别下降 147% (0.73 MPa)、112% (0.55 MPa)、103% (0.64 MPa), D、E 处理则分别下降 197% (1.12 MPa)、219% (1.21 MPa),表明冬小麦在灌浆后期, D 和 E 两处理可能受到了水分胁迫,尤其是 E 处理,下降幅度最大,是导致其衰老进程快于其他处理的主要原因(图 1)。

图 2 表明,叶片 ψ_s 与 ψ_w 有相似的变化规律,在抽穗—灌浆的整个阶段,随生育进程的推进, ψ_s 逐渐下降,其中, A、B、C、D 处理间的 ψ_s 没有明显差异,而 E 处理一直处于较低的水平;5 月 29 日,各处理水势均下降至最低水平,且 E 处理与其他处理达极显著差异水平($F = 9.522, F_{0.01} = 5.03$),与 5 月 1 日相比, E 处理下降的幅度最大(1.06 MPa);结果说明,在整个生殖生长阶段, E 处理行距过大导致了叶片 ψ_s 处于较低水平,易使植株受到水分胁迫。

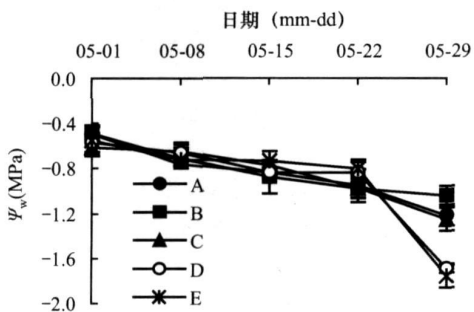


图 1 冬小麦不同行距对叶片水势的影响

2.2 冬小麦不同行距下叶片相对含水量动态变化

RWC 是植株在遭受水分胁迫后水分状况的重要参数。从图 3 可以看出,在试验过程中,各处理 RWC 均出现两次低值,第一次是在 5 月 13 日,由于

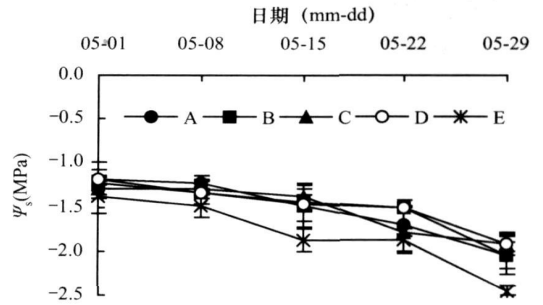


图 2 冬小麦不同行距下叶片渗透势变化

在 5 月 17 日(降雨量为 9 mm)和 5 月 21 日(降雨量为 5 mm)两次降雨, RWC 得到恢复,并在 5 月 23 日达最高值,且 A、B、C 和 D 处理的最高值相近,约为 96%,而 E 处理只有 92.4%,此后天气晴朗,冬小麦处于成熟阶段, RWC 又开始下降并出现第二次低值;在测定时期内不同处理间 RWC 均无显著差异。其中, A 处理的 RWC 均处于相对较高水平,而 E 处理则最低; A、B、C、D 各处理的平均值分别较 E 处理的平均值高 4.0%、2.8%、2.6% 和 3.5%,尤其在干旱时(5 月 13 日), A 处理高于其他处理,说明均匀分布有利于维持叶片的 RWC, E 处理由于行距较大,株距过小,导致个体间对水分产生激烈竞争,可能是 E 处理叶片 RWC 低的主要原因。

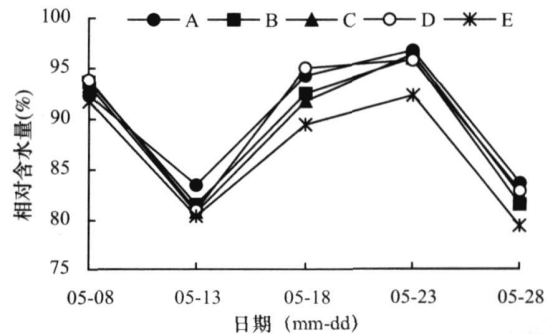


图 3 冬小麦不同行距对叶片相对含水量的影响

2.3 冬小麦不同行距对土壤蒸发强度的影响

试验期间的不同处理棵间日蒸发强度平均值表现为: E > D > C > B > A, 日蒸发强度与行距呈正相关($r = 0.9609^{**}$);日蒸发强度除 5 月 18 日各处理间无显著差异外,其他日期 E 处理均显著高于 A 和 B 处理($p < 0.05$), 16 日和 19 日的 D 处理与 A 处理之间也达到显著差异($p < 0.05$),土壤湿度大、光照充足时各处理间差异明显(5 月 16 日);在测定期间,以 A 处理和 B 处理日蒸发量处于较低水平,波

动幅度小,说明植株个体在相对分布较均匀情况下不利于土壤蒸发(图4)。

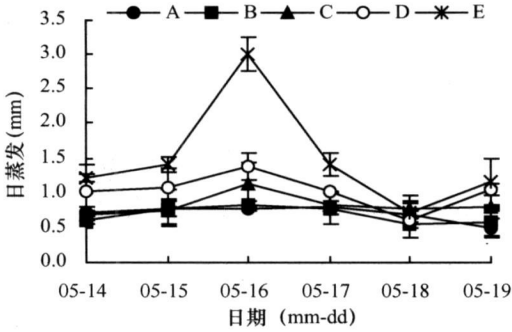


图4 冬小麦不同行距对土壤蒸发的影响

表1 冬小麦不同行距下植株性状与产量构成

处理	株高(cm)	穗长(cm)	小穗数	不孕小穗	穗粒数	千粒重(g)	产量(kg hm ⁻²)
A	78.6aA	13.9abA	19.0abcAB	4.2bcAB	38.9abA	39.2bB	7.898abA
B	79.8aA	13.5abA	19.5aA	4.8aA	36.7abA	40.1abAB	8.215aA
C	78.8aA	13.1bA	18.5bcAB	4.5abAB	35.5bA	39.6bAB	7.601bA
D	80.2aA	14.6aA	19.2abAB	4.0cbB	40.3aA	40.9abAB	7.717bA
E	78.0aA	13.4abA	18.3cB	3.7cB	37.8abA	42.2aA	6.747cB

注: 同列中数据后小写与大写字母分别表示 0.05 和 0.01 的显著水平

3 讨论

冬小麦是分蘖能力较强的作物,由均匀分布到不均匀分布,其对资源的利用乃至分配都会产生不同的影响。受到水分胁迫的植物其水势会发生明显下降,渗透调节能力的增强有利于作物某些生育时期抗性的增强和各器官生理功能的维持,尤其在干旱条件下与作物产量形成有密切关系^[10-12];小麦出苗至孕穗水分胁迫对产量的影响依次缓慢增大,其中,开花期对产量影响最大^[13]。本研究表明,冬小麦产量与叶片水势呈正相关($r = 0.7233$),E处理较A、B处理提前2~3天成熟,叶片水势在生育的最后阶段明显低于其他处理,相对含水量也处于最低水平;同时,不同处理随行距加大蒸发量不断升高,蒸发强度与产量呈显著负相关($r = -0.9429^*$),与相关报道相似^[14]。

研究发现,E处理由于株距过小使个体间表现出明显的竞争,同时行距过大又造成严重的资源浪费,这种现象随其生长发育而不断加强;E处理尽管千粒重相对较高,但单株小穗数低于A、B、C和D处理,说明适宜单株小穗数是小麦产量形成的重要因

2.4 冬小麦不同行距对产量性状的影响

不同处理的冬小麦株高没有显著差异,C和D两个处理间穗长及穗粒数差异显著,其他处理间则无显著差异($p < 0.05$);每株小穗数和不孕小穗数在 $p < 0.01$ 水平上变化相似,B和E处理间达到极显著差异,其他处理间无显著差异,E处理的千粒重较A处理的高7.7%,达到极显著差异($p < 0.01$);测产结果为 $B > A > D > C > E$,其中,B处理与A处理间差异不显著,但显著高于其他处理($p < 0.05$),E处理极显著低于其他处理($p < 0.01$),分析表明,产量与小穗数呈正相关($r = 0.8709$),与千粒重呈负相关($r = -0.7744$),A、B处理产量较高,而E处理产量最低(表1)。

子;在 $p < 0.01$ 水平上,A、B、C、D处理间产量差异不显著;在 $p < 0.05$ 水平上,B处理的产量显著高于C、D、E处理,A处理显著高于E处理,株行距分布相对均匀的冬小麦产量及水分特征指标表现较好,而过大的行距会造成严重的水分亏缺,使作物生长的相关水分指标恶化,最终导致早衰而减产,但是否A、B处理株行距可提高产量还需进一步的研究。

参考文献

- [1] 张斌,张桃林,赵其国. 干旱季节不同耕作制度下作物—红壤水势关系及其对干旱胁迫响应. 土壤学报, 1999, 36(1): 101~110
- [2] Lu J, Liu Y L, Hirasawa T. Study on intermittent irrigation for paddy rice: II. Crop responses. Pedosphere, 2001, 11(3): 227~234
- [3] O'Toole J C, Cruz R T. Response of leaf water potential stomatal resistance, and leaf rolling to water stress. Plant Physiol., 1980, 65: 428~432
- [4] Shimshi D, Maria L M, Akmeu D. Response to water stress on wheat and related wild species. Crop Sci., 1982, 22: 123~128
- [5] Singh R. Role of soil texture and plant age in leaf water potential measured at different crop stages of wheat in Mollisols of Tarai. J. Indian Soc. Soil Sci., 1995, 43: 327~330
- [6] Thomas F M. Growth and water relations of four deciduous tree species (*Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* [Matt.] Liebl., *Q.*

- pubescens* Willd., and *Sorbus aria* [L.] Cr.) occurring at central European tree line site on shallow calcareous soil: Physiological reaction of seedlings to severe drought. *Flora*, 2000, 195: 104~ 115
- [7] 刘钰, Fernando R M, Pereira L S. 微型蒸发器田间实测麦田与裸地土面蒸发强度的试验研究. *水利学报*, 1999, 30(6): 45~ 50
- [8] Turner N C. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant Soil*, 1981, 58: 339~ 366
- [9] 慕自新, 张岁岐, 梁爱华, 等. 玉米整株根系水导与其表型抗旱性的关系. *作物学报*, 2005, 31(2): 203~ 208
- [10] Sobrado M A, Turner N C. A comparison of the water relations characteristics of *Helianthus scaberrimus* and *Helianthus petiolaris* when subjected to water deficits. *Oecologia*, 1983, 58: 309~ 313
- [11] Gunasekera D, Berkowitz G A. Evaluation of contrasting cellular level acclimation responses to leaf water deficits in three wheat genotypes. *Plant Sci.*, 1992, 86: 1~ 12
- [12] Morgan J M. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 1984, 35: 299~ 319
- [13] Mogensen V O, Jensen H E, Abdur Rab Md. Grain yield, yield components, drought sensitivity and water use efficiency of spring wheat subjected to water stress at various growth stages. *Irrigation Sci.*, 1985, 6: 131~ 140
- [14] Philip E, Mustafa P. Crop row spacing and its influence on the partitioning of evapotranspiration by winter-grown wheat in Northern Syria. *Plant and Soil*, 2005, 268: 195~ 208