

高大气 CO₂ 浓度下遮阴对小麦叶片气孔特性及光合特性的影响

于显枫^{1,2}, 张绪成^{1,2}, 方彦杰^{1,2}, 王红丽^{1,2}, 侯慧芝^{1,2}, 马一凡^{1,2}, 赵记军³

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省旱作区水资源高效利用重点实验室; 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省农业生态环境保护管理站, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 以高大气 CO₂ 浓度和遮阴为处理手段, 研究高大气 CO₂ 浓度和遮阴对小麦叶片光合生理的影响。结果表明, 与全光照相比, 遮阴使小麦叶片的气孔长度增加了 22.93% 和 10.23%, 而气孔宽度减小了 30.00% 和 30.22%, 气孔面积降低了 17.99% 和 18.11%, 周长增加了 16.80% 和 6.85%, 气孔密度降低了 6.61% 和 23.78%, 气孔指数降低了 5.99% 和 14.23%。与正常大气 CO₂ 浓度相比, 高大气 CO₂ 浓度使小麦叶片的气孔面积增加了 1.91% 和 1.95%, 使全光照处理的小麦叶片的气孔密度降低了 14.33%; 使遮阴处理的小麦叶片的气孔密度增加了 5.00%。与全光照相比, 遮阴使小麦叶片的气孔导度和蒸腾速率降低了 56.11%、53.21% 和 40.57%、49.27%, 而光合速率没有得到提高, 这可能是小麦叶片对高大气 CO₂ 浓度发生了“光适应”。与正常大气 CO₂ 浓度相比, 高大气 CO₂ 浓度降低了小麦叶片的气孔导度。小麦叶片的气孔长度和宽度与光合速率有显著相关性。

关键词: 高大气 CO₂ 浓度; 气孔特性; 光合特性

中图分类号: S512.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1463(2017)06-0031-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.06.011

Effects of Shading on Stomatal and Photosynthetic Characteristics of Spring Wheat Under Elevated Atmospheric CO₂ Concentration

YU Xianfeng^{1,2}, ZHANG Xucheng^{1,2}, FAN Yanjie^{1,2}, WANG Hongli^{1,2}, HOU Huizhi^{1,2}, MA Yifan^{1,2}, ZHAO Jijun³

(1. Institute of Dryland Farming, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Key Laboratory of High Water Utilization on Dryland of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Gansu Agriculture Environment Protection Station, Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: Effects of shading and elevated atmospheric CO₂ concentration on leaf photosynthetic physiology are investigated using shading and elevated atmospheric CO₂ concentration treatments. The result shows that compared with normal sunlight condition, shading treatments increased stomata length by 22.93% and 10.23%, decreased stomata width by 30.00% and 30.22%, decreased stomatal area by 17.99% and 18.11%, increased circumference by 16.80% and 6.85%, decreased stomata density by 6.61% and 23.78%, and decreased stomatal index by 5.99% and 14.23%, under normal and elevated atmospheric CO₂ concentration, respectively. Compared with normal atmospheric CO₂ concentration, elevated atmospheric CO₂ concentration increased stomatal area by 1.91% and 1.95%, decreased stomata density by 14.33% under sunlight condition while increased by 5.00% with shading treatment. Compared with sunlight condition, shading decreased stomatal conductance by 56.11% and 53.21% and transpiration rate by 40.57% and 49.27% under normal and elevated CO₂ concentration, respectively. However, the treatments have no effects on photosynthetic rate, which is probably due to the occurrence of “light adaptation” under elevated CO₂ concentration. Compared with normal atmospheric CO₂ concentration, elevated CO₂ concentration decreased stomatal conductance of wheat. Leaf pore length and blades width of wheat are significantly correlated with the rate of photosynthesis.

Key words: Elevated atmospheric CO₂ concentration; Stomatal characteristics; Photosynthetic characteristics

光照是植物进行光合作用的基础。植物 90% 以上的干物质来自光合作用, 光合作用是植物干

收稿日期: 2017-03-13

基金项目: 国家自然科学基金“高大气 CO₂ 浓度下蚕豆叶片内源 NO 对气孔行为的调节及其氮素响应”(31160090); 国家自然科学基金“小麦叶片光合能量转化对长期高大气 CO₂ 浓度的反馈机制及其氮素调控”(30800668); 甘肃省重大专项“甘肃中东部粮食作物稳产增效技术集成示范”(1502NKDA003)。

作者简介: 于显枫(1981—), 女, 辽宁铁岭人, 助理研究员, 主要从事作物栽培、生理生化等方面的工作。联系电话: (0)13893612604。

通信作者: 张绪成(1973—), 男, 甘肃民勤人, 研究员, 主要从事作物生理生态等方面的工作。联系电话: (0931)7614864。

物质积累和产量的基础。研究 CO₂ 浓度和光强变化对植物光合生理的影响, 有利于认识作物对全球生态变化的生理响应机制。气孔是控制 CO₂ 和水分进出植物体的通道, 是植物体与外界气体交换和水分蒸腾的重要门户^[1]。气孔对大气 CO₂ 浓度升高的反应不仅表现在生理过程的变化, 也表现在形态和解剖结构上的改变^[2]。CO₂ 浓度的升高会使植物叶片的气孔关闭, 造成植物叶片气孔导度和密度的降低^[3]。同时叶片气孔导度的降低会使 CO₂ 进入植物叶肉细胞的阻力增加, 在光合作用的过程中, 气孔阻力的强弱, 气孔导度的大小对胞间 CO₂ 浓度、光合速率、蒸腾速率和水分利用效率等方面都有非常明显的影响。

有研究表明, 遮阴影响植物光合特性, 提高了叶片的净光合速率, 降低了植物的光饱和点和补偿点^[4-5], 同时也改变了植物叶片解剖结构。高大气 CO₂ 浓度下遮阴, 对植物叶片的气孔特性及光合特性的影响相关报道甚少。我们利用开顶式气室模拟大气 CO₂ 浓度升高, 测定了遮阴条件下小麦叶片的光合参数及气孔参数, 探讨高大气 CO₂ 浓度下遮阴对小麦叶片气孔及光合的影响, 有待于进一步认识作物对高大气 CO₂ 浓度升高的生理响应机制。

1 材料和方法

1.1 试验材料与设备

指示春小麦品种为宁春 4 号, 由甘肃省农业科学院旱地农业研究所提供。供试土壤为黄麻土, 含有机质 13.20 g/kg、全氮 1.11 g/kg、水解氮为 118.43 mg/kg, 田间持水量为 23.76%。大田开顶式气室, 气室面积 8.4 m²(2.8 m × 3.0 m), 高 2.5 m。该气室利用换气扇将新鲜空气从外部吸入, 用 8 根输气管道在距地面 30 cm 处将 CO₂ 均匀地分布于整个室内, 并通过顶部开放处将 CO₂ 排出, 进行空气和 CO₂ 循环。CO₂ 浓度升高系统由一个与 CO₂ 浓度监测仪(ADC Ltd, UK)相连接的压缩 CO₂ 钢瓶(液态 CO₂, 纯度为 99.99%, 核工业 504 工厂提供)组成。监测仪通过控制阀门 24 h 监视和调节 CO₂ 浓度变化, 并将换气扇电源与控制阀门相连, 使 CO₂ 供气与空气循环同步进行, 室内风速小于 0.5 m/s。气室内光源为自然光, 温度通过顶部气体流通和换气扇气体交换控制在外界温度 ± 1.5 °C 内, 对照气室内的平均温度和相对湿度分别为 28.1 °C/20.3 °C(昼/夜)和 42.4%/67.9%(昼/夜), 温

度范围为 15.3 ~ 33.5 °C(昼)和 8.5 ~ 25.8 °C(夜); 处理气室内的平均温度和相对湿度分别为 28.3 °C/20.4 °C 和 42.6%/68.1%(昼/夜), 温度范围为 16.2 ~ 34.1 °C(昼)和 8.5 ~ 26.1 °C(夜)。

1.2 试验方法

于 2010 年在甘肃省农业科学院农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室试验场进行盆栽试验。供试土壤先过 30 目筛, 装入高 38 cm、上下内径分别为 25 cm 和 20 cm 的陶瓷盆, 每盆装风干土 7 kg。采用 2 因素完全随机设计(表 1), 利用开顶式培养室模拟大气 CO₂ 浓度升高, 在小麦全生育期进行大气 CO₂ 浓度处理。设置 CO₂ 浓度分别为 400 μmol/mol(正常大气 CO₂ 浓度)和 760 μmol/mol(升高大气 CO₂ 浓度)。光照强度分别为自然光照(全光照)和自然光照的 60%(遮阴), 用黑色尼龙网遮阴, 使遮阴处理的光照强度为自然光照的 60% ± 5%。每处理 10 次重复, 共计 40 盆。处理土壤氮肥施用量为 N 0.2 g/kg 土, 磷肥施用量为 P₂O₅ 0.08 g/kg 土。

表 1 试验处理设计表

处理名称	处理内容
ETS	高大气 CO ₂ 浓度(760 μmol/mol), 自然光照
ETC	高大气 CO ₂ 浓度(760 μmol/mol), 遮阴处理
ATS	正常大气 CO ₂ 浓度(400 μmol/mol), 自然光照
ATC	正常大气 CO ₂ 浓度(400 μmol/mol), 遮阴处理

1.3 试验条件控制

将籽粒饱满、大小基本一致、子叶完整的小麦种子用 3% 的双氧水消毒 5 min 后, 用去离子水洗净, 于 4 月 1 日播种, 4 叶期每盆定植 15 株。肥料作为底肥一次施入, 在小麦生长的全生育期进行 CO₂ 浓度处理, 水分控制在田间持水量的 85%, 每天用称重法确定水分补充量, 直到 7 月 1 日收获小麦。在抽穗期进行各参数的测定。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 光合参数的测定 在小麦抽穗期选择晴天, 用 6400 型光合作用测定系统(Li-Cor, USA)于 8:30 ~ 11:30 时测定小麦功能叶光合速率 [P_n , μmol/(m²·s)]、气孔导度 [G_s , mol/(m²·s)]、蒸腾速率 H₂O [Tr , mmol/(m²·s)]、胞间 CO₂ 浓度 [C_i , mol/(m²·s)]。

1.4.2 气孔参数的测定 选取健康的小麦叶片, 用脱脂棉拭去叶片下表皮灰尘, 涂一层薄薄的指

甲油。待其自然风干后,用透明胶粘取指甲油,粘在载玻片上,置于显微镜下观测。

气孔密度的观测:在光学显微镜的目镜中放入目镜测微尺,放大倍数10x。计算每幅图片上的气孔个数,取平均值,除以图片面积,统计1mm²叶片上的气孔数目,即为气孔密度(个/mm²)。

气孔指数的计算:统计气孔密度的同时,计算同一图片上表皮细胞的数目。气孔指数计算公式为 $I=(S)/(S+E) \times 100$ 。式中: I 为气孔指数, S 为一定面积内气孔的数目, E 为相同面积内表皮细胞的数目。

气孔形态特征的观测:气孔大小的观测在16×40倍显微镜下进行,每份选10个视野,每视野测1次。测量的气孔长度是气孔器中哑铃形体的长度,气孔宽度是垂直于哑铃形体的气孔器的最宽值。计算气孔的周长、面积。

1.5 数据分析

采用SPSS12.0统计分析软件对数据进行二因素方差分析,并用LSD法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 高大气CO₂浓度和遮阴对小麦叶片气孔特征参数的影响

与全光照相比,遮阴使小麦叶片的气孔长度增加了22.93%、10.23%,气孔宽度减小了30.22%、30.00%(表2);且差异显著。与正常大气CO₂浓度相比,高大气CO₂浓度使全光照处理的小麦叶片的气孔长度和宽度分别减小了3.33%、5.59%;而遮阴处理的小麦叶片的气孔长度增加了8.05%,而宽度减小了5.88%。与全光照相比,遮阴使小麦叶片的气孔面积降低了17.99%、18.11%,气孔周长增加了16.80%和6.85%;与正常大气CO₂浓度相比,高大气CO₂浓度使小麦叶片的气孔面积增加了1.91%、1.95%,而使全光照处理的小麦叶片的气孔周长减小2.25%,使遮阴处理的小麦叶片的气孔周长增加了7.14%。与全光照相比,遮阴使小麦叶片的气孔密度降低了6.61%、

23.78%,气孔指数降低了5.99%、14.23%;与正常大气CO₂浓度相比,高大气CO₂浓度使全光照处理的小麦叶片的气孔密度降低了14.33%、使遮阴处理的小麦叶片的气孔密度增加了5.00%。与全光照相比,遮阴使小麦叶片的气孔指数降低了5.98%、14.22%。说明小麦叶片的气孔长度和宽度与大气CO₂浓度有负相关关系,与气孔密度有正相关的关系。随着大气CO₂浓度升高,气孔长度和宽度降低,而气孔密度增大。

2.2 高大气CO₂浓度和遮阴对小麦叶片光合参数的影响

与正常大气CO₂浓度相比,高大气CO₂浓度降低了小麦叶片的气孔导度。与全光照相比,遮阴降低了小麦叶片的气孔导度。全光照下,小麦叶片光合速率基本一致;而遮阴条件下,高大气CO₂浓度使小麦叶片的光合速率升高,且达显著水平(图1)。这可能是小麦叶片对高大气CO₂浓度发生了“光适应”。随着高浓度CO₂处理时间的延长,小麦叶片适应后出现光合下调现象,即光合作用恢复到原来的水平甚至下降。这是由于光合产物碳水化合物供大于求,导致终产物反馈抑制,源—库失调引起光合作用受阻。供大于求的直接原因可能是模拟实验的种植空间太小,限制了根系生长,使光合产物得不到及时分配或转移。与正常大气CO₂浓度相比,高大气CO₂浓度使小麦叶片的气孔导度降低了6.32%和12.12%,没有显著性差异。与全光照相比,遮阴使小麦叶片的气孔导度降低了56.11%和53.21%,差异达显著水平。与正常大气CO₂浓度相比,全光照下,高大气CO₂浓度下小麦叶片的蒸腾速率降低了6.69%;而遮阴条件下,高大气CO₂浓度下小麦叶片的蒸腾速率升高了9.30%。与全光照相比,遮阴使小麦叶片的蒸腾速率降低了40.57%和49.27%。说明遮阴降低了小麦叶片的气孔导度和蒸腾速率,而高大气CO₂浓度下小麦叶片的光合速率没有改变,发生了光适应现象。

表2 高大气CO₂浓度和遮阴条件下小麦叶片气孔特征参数

处理	气孔长度/ μm	气孔宽度/ μm	气孔密度/($\mu \cdot \text{mm}^2$)	气孔面积/ μm^2	气孔周长/ μm	气孔指数
ETS	17.14 ± 1.338 1 b	3.21 ± 1.146 2 a	52.61 ± 1.915 5 b	45.34 ± 1.565 0 a	76.31 ± 4.884 7 c	22.38 ± 0.221 3 b
ETC	21.07 ± 0.420 7 a	2.2 ± 0.194 9 b	49.13 ± 1.360 4 bc	37.18 ± 5.033 2 b	89.38 ± 1.529 2 a	21.04 ± 0.762 4 b
ATS	17.69 ± 0.960 7 b	3.40 ± 0.232 9 a	61.41 ± 8.010 9 a	44.49 ± 2.686 7 a	78.07 ± 3.559 4 c	25.16 ± 0.052 5 a
ATC	19.50 ± 1.797 2 a	2.38 ± 0.144 0 b	46.79 ± 1.581 7 c	36.47 ± 4.430 0 b	83.42 ± 7.273 5 b	21.58 ± 0.146 0 b

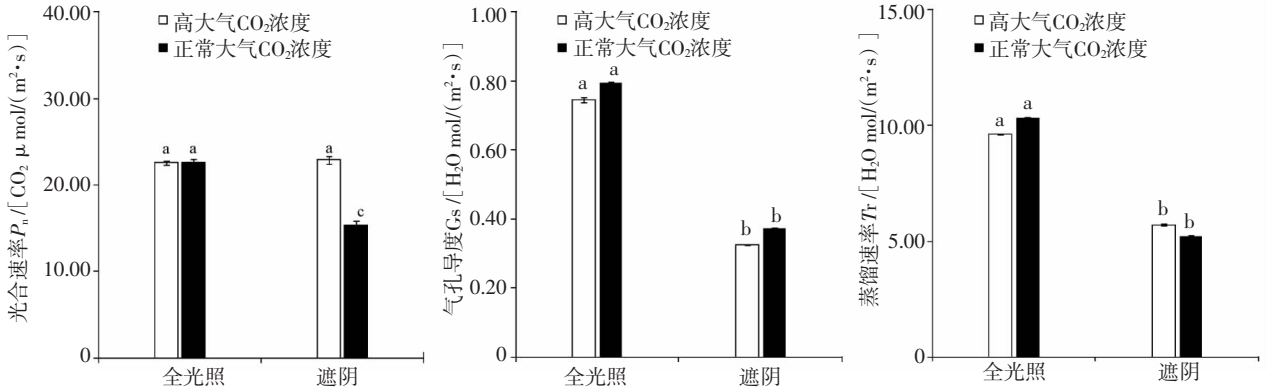


图 1 高大气 CO₂ 浓度和遮阴条件下对小麦叶片光合参数的影响

2.3 高大气 CO₂ 浓度和遮阴条件下小麦叶片气孔特性与净光合速率的相关性

从表 3 可知，遮阴条件下，小麦叶片的光合速率与气孔长度呈极显著正相关；全光照条件下，高大气 CO₂ 浓度处理小麦叶片的光合速率与气孔长度呈极显著负相关，正常大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔长度呈显著正相关。遮阴条件下，高大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔宽度呈显著负相关，而正常大气 CO₂ 浓度则呈极显著正相关；正常光照条件下，高大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔宽度呈显著正相关，而正常大气 CO₂ 浓度无相关性。遮阴条件下，高大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔密度呈显著正相关，而正常大气 CO₂ 浓度下处理的小麦叶片的光合速率与气孔密度无相关性；全光照条件下正常大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔密度呈极显著正相关性，而高大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔密度无相关性。全光照下，正常大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的光合速率与气孔导度呈极显著负相关性，其他处理无相关性。

2.4 高大气 CO₂ 浓度和遮阴条件下气孔特性间的相关性

从图 2 可以看出气孔特性间的相关性，从而

表 3 小麦叶片气孔特性与光合速率的相关性

气孔特性	光合速率 P_n			
	ETS	ETC	ATS	ATC
气孔长度	-0.726 7**	0.557 6**	0.473 6*	0.568 5**
气孔宽度	0.767 2**	-0.458 8*	0.167 0	0.850 4**
气孔密度	-0.171 7	0.459 8*	0.562 2**	0.285 4
气孔导度	0.375 6	-0.050 9	-0.908 1**	0.371 6

推导出①气孔长度与气孔密度之间的相关方程。ATS 为 $Y=-2.479 3X+108.56$, $R^2=0.226 2^*$; ATC 为 $Y=0.138 4 X + 44.699$, $R^2=0.011 6$; ETS 为 $Y=0.414 8X + 43.778$, $R^2=0.072 5$; ETC 为 $Y=2.389 8X + 1.193$, $R^2=0.323 4^*$; ②气孔长度与气孔宽度之间的相关方程。ATS 为 $Y=-0.025X+4.022 3$, $R^2=0.005 5$; ATC 为 $Y=0.040 5X+1.638 7$, $R^2=0.050 4$; ETS 为 $Y=0.146 3X+1.094 4$, $R^2=0.049 6$; ETC 为 $Y=0.492 9X-6.959 5$, $R^2=0.1671^*$; ③气孔宽度与气孔密度之间的相关方程。ATS 为 $Y=3.938X+52.813$, $R^2=0.064 8$; ATC 为 $Y=1.613 1X+43.654$, $R^2=0.051 3$; ETS 为 $Y=0.417 4X+49.54$, $R^2=0.031 7$; ETC 为 $Y=1.643 5X+48.524$, $R^2=0.028 1$ 。

遮阴条件下，高大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的气孔长度与气孔密度呈显著正相关，而全光照条件下，正常大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的气孔长度与气孔宽度呈显著正相关；其它处理无相关性。遮阴条件下，高大气 CO₂ 浓度处理的小麦叶片的气孔长度与气孔宽度、气孔宽度与气孔密度呈显著正相关性；其它处理无相关性。

3 小结与讨论

研究表明，高大气 CO₂ 浓度使小麦叶片的气孔长度和宽度都减小了 3.33%~5.59%、气孔面积增加了 1.91%~1.95%、气孔密度降低了 6.61%~23.78%，气孔导度降低了 6.32%~12.12%。说明高大气 CO₂ 浓度使小麦叶片的气孔数量减小了，气孔面积却增大了。高大气 CO₂ 浓度下，并没有增加小麦叶片的净光合速率，小麦叶片对高大气 CO₂ 浓度发生“光适应”现象。高大气 CO₂ 浓度下，气孔长度和宽度都与光合速率有显著相关性，而气孔密度和导度与光合速率没有相关性。分析以上结果，植物一旦生长在高 CO₂

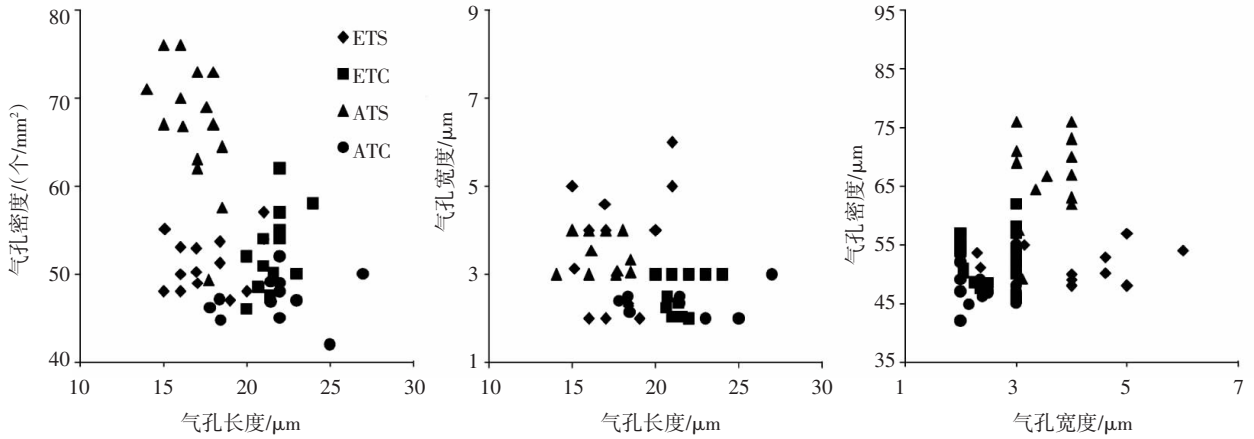


图2 气孔特性间的关系

浓度环境中,叶片的外部形态及其气体交换等将受到显著影响。

气孔是植物叶片与外界气体交换和水分散失的主要通道,是影响植物光合和蒸腾作用的因素之一^[6]。各种环境因子(如光照、温度、CO₂浓度和水分条件)的变化,都会导致气孔数量的变化。研究发现随CO₂浓度的升高,植物叶片的气孔密度有明显的下降趋势^[7];还有报道认为不变或相反,Beerling和Royer^[8]认为银杏的气孔参数与大气CO₂浓度有负相关关系,而Ryle & Stanley^[9]发现黑麦草的气孔密度并不随CO₂浓度而改变。

植物气孔参数的变化不仅与大气CO₂浓度有关,还受到许多其它因素的影响,其中光照就是影响植物叶片形态、解剖结构和光合生理特性的一个非常重要的生态因子。大多数研究认为植物在全光照下的气孔密度高于遮阴处理^[10-11],与我们的研究结果一致,遮阴降低了小麦叶片的气孔密度、气孔导度、蒸腾速率。主要因为全光照下气温高、土壤水分含量低,小麦叶片气孔密度大,但气孔小,气孔导度低,气孔限制值高,蒸腾作用减弱,减少了蒸腾失水量,但不利于光合作用的进行。强光下气孔密度的提高可能导致光合的上升,但同时强光还可能引起气孔开度的减小,最终表现为蒸腾较小。徐坤^[12]、韦海建等^[13]对生姜和三叶草的生长特性的研究表明,在相同土壤水分条件下,遮光会使叶片气孔密度降低,气孔面积减小,这也与我们的研究结果一致。刘悦秋等^[14]发现在遮阴条件下异株荨麻的气孔导度明显下降,遮阴程度越高,气孔导度越低。这个结果在我们的研究中也得到了证实,遮阴处理下小

麦叶片气孔面积、气孔指数降低,而气孔周长增加。较强光照下小麦叶片气孔密度较高的原因可能是高光强促进了气孔发生分化,或者是强光高温导致一定程度的干旱而使气孔密度上升,进而影响到光合上升,同时导致气孔开度减小,最终表现为蒸腾较小。

就气孔本身的特征而言,大量研究结果认为,气孔密度可能与气孔长度、宽度及叶面积有关。马之胜等^[15]对桃亚属6个植物种的叶片研究后发现,气孔密度与气孔长、宽均呈显著负相关,这与葡萄、柑橘、梨和苹果上的结果是一致的,气孔密度大时气孔开度就小,说明叶片进行光合作用等生理活动需一定数量的气孔面积;桃品种的气孔长度、宽度与果实大小均呈极显著相关,气孔长度和宽度与叶面积也呈极显著或显著相关。然而,张纪英等^[16]对几种落叶果树不同种间的气孔密度与长度进行相关分析后,认为两者没有显著的相关关系。本研究表明,气孔宽度与气孔密度没有相关性,遮阴条件下,气孔长度与气孔密度、宽度呈显著的正相关性。气孔密度和光合速率呈显著正相关性,与气孔导度呈显著负相关性。

参考文献:

- [1] 郑凤英, 彭少麟. 不同尺度上植物叶气孔导度对升高CO₂的响应[J]. 生态学杂志, 2003, 22(1): 26-30.
- [2] 张绪成, 于显枫, 马一凡, 等. 高大气CO₂浓度下小麦旗叶光合能量利用对氮素和光强的响应[J]. 生态学报, 2011, 31(4): 1046-1057.
- [3] 杨惠敏, 王根轩. 干旱和CO₂浓度升高对干旱区春小麦气孔密度及分布的影响[J]. 植物生态学报, 2001, 25(3): 312-316.
- [4] 马清温, 李凤兰, 李承森. 气孔参数与大气CO₂浓度

板蓝根在定西市适播期试验

罗裕卿¹, 王兴政², 杜 弢³, 杨薇靖²

(1. 甘肃省宕昌县农业技术推广中心, 甘肃 宕昌 748500; 2. 甘肃省定西市农业科学研究所, 甘肃定西 743000; 3. 甘肃中医药大学, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 对板蓝根在6个不同播期下的物候期、农艺性状和产量进行了比较。结果表明, 过早播种会降低板蓝根对气象灾害的抵御能力, 从而降低产量; 过迟播种会减小板蓝根生长期时间, 造成减产。综合分析, 板蓝根播期以3月下旬至4月上旬为宜。

关键词: 板蓝根; 播种期; 采收次数; 产量

中图分类号: S567.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)06-0036-03

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.06.012

板蓝根为十字花科植物菘蓝 (*Isatis factinindigotica* Fort) 的根, 始载于《神农本草经》, 是常用大宗中药材之一。板蓝根味苦、性寒, 归心、胃经, 有清热解毒、凉血利咽之功效^[1-2]。研究表明, 板蓝根对流感病毒、乙型脑炎病毒和腮腺炎病毒有抑制其感染和增殖的作用, 色胺酮等化合物是对抑菌起到主要作用的内含物^[3-5]。

我们分析了不同播种期对板蓝根物候期、农艺性状和产量的影响, 以确定适宜的板蓝根播种期, 从而提高板蓝根栽培技术水平提供参考。

1 材料和方法

1.1 供试材料

试验所用板蓝根种子均由甘肃省定西市农业科学研究所提供。为了保证种子出苗率, 采用净度>

收稿日期: 2017-02-05

基金项目: 2013年中医药部门公共卫生专项(国中医药办规财发[2013]41)。

作者简介: 罗裕卿(1964—), 男, 甘肃宕昌人, 农艺师, 主要从事中药材栽培技术推广工作。联系电话: (0)18093979375。

通信作者: 王兴政(1980—), 男, 甘肃定西人, 助理研究员, 主要从事中药材育种与栽培工作。联系电话: (0)13141769721。

E-mail: wangxingzheng763@163.com。

- 的相关性及其影响因素[J]. 西北植物学报, 2004, 24(1): 2020-2024.
- [5] 牟会荣, 姜 东, 戴延波, 等. 遮阴对小麦旗叶光合及叶绿素荧光特性的影响[J]. 中国农业科学, 2008, 41(2): 599-606
- [6] MADSEN E. Effects of CO₂ concentrations on the morphological histological and cytological changes in tomato plants [J]. Acta Agriculturae Scandinavica, 1973, 23: 241-246.
- [7] 林金星, 胡玉熹. 大豆叶片结构对 CO₂ 浓度升高的反应[J]. 植物学报, 1996, 38(1): 31-34.
- [8] BEERLING D J, ROYER D L. Reading a CO₂ signal from fossilstomata[J]. New Philologist, 2002, 153: 387-397.
- [9] RYLE C J A, STANLEY J. Effect of elevated on size and distribution in perennial ryegrass[J]. annuals of abootany. 1992(70): 213-220.
- [10] CASTAYNA R, MAGA G, PERENZIN M, et al. RFLP-based genetic relationships of einkorn wheats[J]. Theoretical and Applied Genetics, 1994, 88: 818-823.
- [11] THOMAS R B, HARVEY C N. leaf anatomy of four species growth under continuous CO₂ enrichment [J]. Botanical Gazette. 1983(144): 303-309.
- [12] 徐 坤, 邹 琦, 赵 燕. 土壤水分胁迫与遮阴对生姜生长特性的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(10): 1645-1648.
- [13] 韦海建, 杨惠敏, 赵 亮. 遮阴环境对白三叶气孔和光合特性的影响[J]. 草业科学, 2007, 24(10): 94-97.
- [14] 刘悦秋, 孙向阳, 王 勇, 等. 遮阴对异株荨麻光合特性和荧光参数的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(8): 3457-3464.
- [15] 马之胜, 贾云云, 宣立锋, 等. 桃树叶片气孔大小的研究[J]. 江西农业学报, 2008, 20(6): 46-47.
- [16] 张纪英, 杨风云. 几种落叶果树叶片气孔性状观察[J]. 邯郸农业高等专科学校学报, 2001, 18(4): 14-15; 18.

(本文责编: 陈 珩)