

施肥对水分胁迫下冬小麦光合和水分利用的影响*

Effects of Fertilization on Photosynthesis and Water Use
of Winter Wheat under Water Stress

赵立新 荆家海 王韶唐

(基础课部)

Zhao Lixin Jing Jiahai Wang Shaotang

(Department of Basic Course)

关键词 水分胁迫, 冬小麦, 施肥, 叶片水势, 蒸腾强度, 水分利用

Key words water stress, winter wheat, fertilization, leaf water potential, transpiration rate, water use

中图分类号 S512.101

水分和营养均限制旱地作物生产力的发挥。施肥可提高作物产量, 增加对土壤水分利用, 改善作物水分利用效率 (WUE)。本试验用盆栽模拟干旱条件, 研究施肥对水分胁迫下冬小麦植株水分状况和蒸腾作用等的影响, 对土壤-植物-大气连续体系中水分运转及利用作一初探。

1 材料与方法

冬小麦 (*Triticum aestivum*) 用陕合 6 号品种。1987 年 10 月 18 日播种于白色瓷盆 ($\Phi 19\text{cm}$, 深 24cm) 中, 内装过筛干土 5.03kg (肥料处理包括有机肥干重), 在玻璃遮雨棚中培养。播种时浇足水分。冬小麦生育期内用称重法控制土壤水分在田间最大持水量的 50% 左右, 1988 年 3 月 14 日去分蘖, 每盆留主茎 26 株。设 3 个处理: 对照 (ck) —— 播种时不施任何肥料, 因幼苗过分缺肥, 每千克干土加施 0.05g N, 0.33g P_2O_5 ; 中肥 (MF) —— 每千克干土施 0.15g N, 0.10g P_2O_5 , 60g (干重) 有机肥; 高肥 (HF) —— MF 施肥量加倍。MF 和 HF 所施肥料随土壤装盆一次施入, 每个处理重复 4 次。

试验用土营养成分: 0.0509% 全氮, 0.175% 全磷 (P_2O_5), 1.67% 全钾, 2.98mg/100g 干土速效氮 (碱解), 10.07ppm 速效磷, 132ppm 速效钾, 0.982% 有机质。试验用有机肥营养成分: 0.752% 全氮, 1.232% 全磷 (P_2O_5), 39.54mg/100g 干土速效氮 (碱解), 2.30% 全钾, 10.61% 有机质, 19.58% 有机质总量。

用压力室法测定叶片水势 (ψ_p); LI-1600 型稳态气孔计测定气孔阻力 (R_s) 和蒸腾强度 (T_p)。结果进行 SSR 统计检验。LI-3000 型便携式叶面积仪测定叶面积; Gardner 等⁽¹⁾的方法计算净同化率 (R_n); Milburn⁽²⁾的方法计算大气水势 (ψ_w); 热

文稿收到日期: 1989-12-12.

* 国家自然科学基金资助项目

电偶湿度计法测定土壤水势 (ψ_s)。

2 结果与讨论

2.1 施肥对 ψ_s 、 R_s 和 T_s 的影响

水分胁迫下, 施肥对冬小麦 ψ_s 、 R_s 和 T_s 的影响因不同条件而异 (图1)。 ψ_s 和 ψ_{wv} 均较低 (播种后 173d) 时, 施肥显著降低 ψ_s , 增大 R_s , 减小 T_s ; ψ_s 和 ψ_{wv} 均较高 (205d) 时, 施肥量显著提高 ψ_s , 减小 R_s , 增大 T_s ; ψ_s 较高而 ψ_{wv} 较低 (194d) 时, 施肥显著降低 ψ_s , 增大 R_s , 减小 T_s 。施肥的这些效应增强了水分胁迫下冬小麦适应不同水分条件的能力, 对植物体内水分平衡具有调节作用, 有利于其适应干旱环境, 但 ψ_s 和 ψ_{wv} 对 ψ_s 、 R_s 和 T_s 的定量关系尚需进一步研究。

应当指出, 194d 和 205d 的 MF 和 HF ψ_s 与 173d 差异较大, 可能是由于施肥增大溶质浓度, 溶质势降低, 特别是施用有机肥增强了土壤持水能力, 降低其基质势, 从而使 173d (及其以前, 资料未列) 施肥处理 ψ_s 较低; 随着冬小麦的生长, 有机质不断分解, 溶质被吸收利用, 特别是拔节后冬小麦生长迅速, 吸收利用养分也多, 施肥处理 ψ_s 升高, 且适量施肥可提高 ψ_s ^[3], 因此, 194d 和 205d 施肥处理 ψ_s 较高。

2.2 施肥对叶面积、干物质积累及 R_n 的影响

施肥增大水分胁迫冬小麦叶面积 (CK、MF、HF 最大叶面积分别为 6.80, 18.31 和 17.88 dm²/盆), 延迟叶片衰老, 提高干物质生产, 但平均净同化率 (不同生育期 R_n 之均值) 变化不大 (CK、MF、HF 的平均净同化率分别为 3.86, 3.38 和 3.73 g dw · m⁻² · d⁻¹)。因此, 施肥增加作物总干重主要是通过增大叶面积。

2.3 施肥对干物质生产和水分利用关系的影响

2.3.1 施肥对蒸散量 (ET) 和蒸腾量 (T) 的影响 施肥增加水分胁迫冬小麦的 ET 和 T (图2), 这主要与施肥增大叶面积, 延迟叶片衰老有关。HF 和 MF 因叶面积大小近似, ET 和 T 也近似。大量研究表明, 干物质生产和水分利用之间呈高度线性相关^[4], 因此, 提高作物生育期内的水分利用, 特别是增加蒸腾用水^[4], 可提高作物产量。

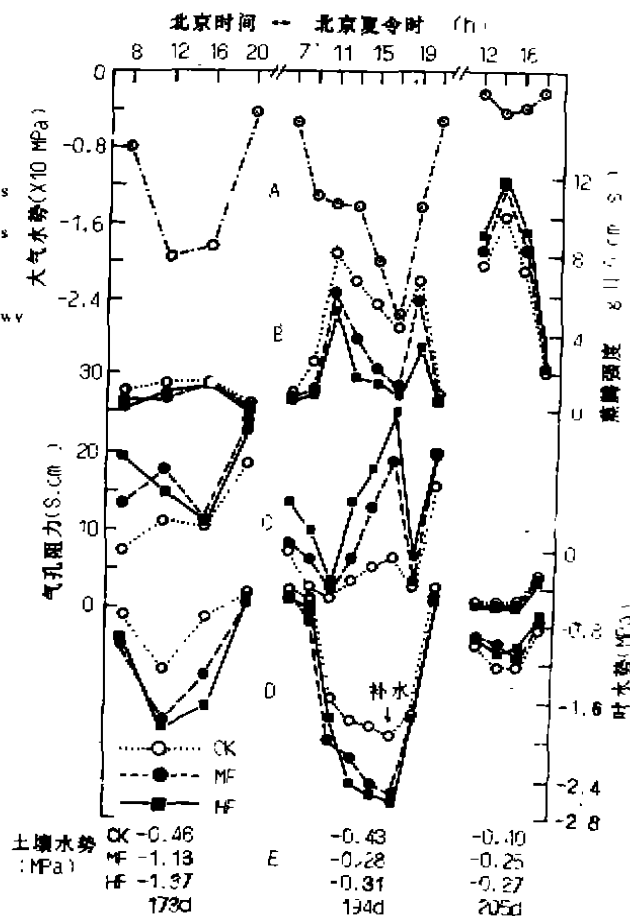


图1 施肥对水分胁迫冬小麦叶水势、气孔阻力和蒸腾强度的影响

A. 大气水势; B. 蒸腾强度; C. 气孔阻力; D. 叶水势; E. 土壤水势。

2.3.2 施肥对 WUE 的影响 这里用 ET 效率表示 WUE。由表 1 可见, MF 和 HF 的平均 ET 效率(不同生育期 ET 效率之均值)分别比 CK 提高 46.06% 和 33.48%; 若以经济产量计, 则分别提高 13.13% 和 12.58%。虽然施肥也增加 ET, 但其幅度远小于干物质和籽粒产量(表 1), 因此, ET 效率提高。

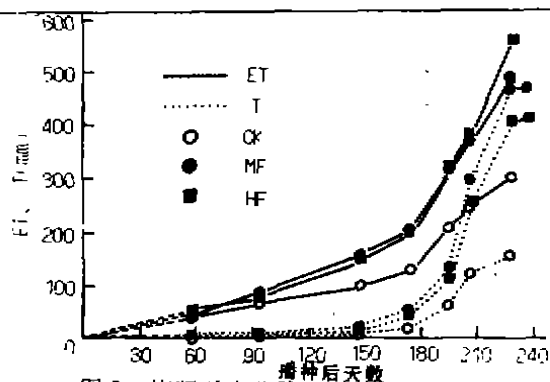


图 2 施肥对水分胁迫冬小麦 ET 和 T 的影响

表 1 施肥对水分胁迫冬小麦 WUE 的影响¹⁾

处理	总生物量 (根+苗) (kg/亩)	经济产量 (kg/亩)	ET (mm)	T (mm)	平均 ET 效率 ²⁾		ET 效率 ³⁾	
					平均 ET 效率 (kg/mm·亩)	增加百分率 (%)	ET 效率 (kg/mm·亩)	增加百分率 (%)
CK	506.17	A 276.23 ± 9.40	302.34	156.68	1.598		0.914	
MF	969.57	B 507.36 ± 13.63	490.47	466.87	2.334	46.06	1.034	13.13
HF	1115.46	C 573.88 ± 30.31	557.53	407.97	2.133	33.48	1.029	12.58

注: 1) 采用 SSR 统计方法, 大写字母 A、B、C 表示在 0.01 水平显著; 2) 以总生物量计; 3) 以经济产量计。

参 考 文 献

- 1 Gardner F P, Pearce R B, Mitchell R L. *Physiology of Crop Plants*. Iowa: Iowa State Univ Pr, 1985.200~206
- 2 Milburn J A. *Water Flow in Plants*. New York: Longman Inc, 1979.194
- 3 赵立新, 荆家海, 王韶唐. 不同施肥水平对旱地冬小麦水分利用效率的影响. 植物生态学与地植物学学报 (待发表)
- 4 Tanner C B, Sinclair T R. Efficient water use in crop production: research or re-research. In: Taylor H M, Jordan W R, Sinclair T R (ed.) *Limitations to Efficient Water Use in Crop Production*. ASA-CSSA-SSSA, 1983.1~27