

土壤干旱对冬小麦功能叶过氧化物酶 同工酶及抗旱性的影响

冯彩平

(山西大学黄土高原研究所·太原市·030006)

摘要 以6个抗旱性不同的冬小麦品种为试验材料,研究了土壤干旱对拔节期冬小麦功能叶片过氧化物酶同工酶、生物产量及某些经济性状的影响。结果表明:一定程度的土壤干旱可导致小麦功能叶片过氧化物酶同工酶发生相应的变化,抗旱性不同的小麦品种其同工酶酶谱不同,其酶谱变化与抗旱性间存在着一定的相关性。

关键词 土壤干旱 过氧化物酶同工酶 抗旱性

Effects of Soil Drought on Peroxidase Isoenzyme in Winter Wheat Leaves and Drought Resistance

Feng Caiping

(Institute of Loess Plateau, Shanxi University, 030006, Taiyuan Municipality)

Abstract Six winter wheat cultivars were used to study the effects of soil moisture deficit on peroxidase (POD) isoenzyme, vegetable yield and some economic characters. The results showed that the POD isoenzyme pattern varied with soil water stress, it was different in winter wheat varieties and related to vegetable growth duration. POD isoenzyme bands and activity increased in the three drought resistant cultivars under soil moisture deficit condition at the shoot elongating phase, but the bands did not increase in two other drought susceptible cultivars. The different performance observed under water stress conditions between drought resistant and susceptible wheat cultivars may be related to their adaptability to drought.

Keywords soil drought; peroxidase (POD); isoenzyme; drought resistance

干旱对植物正常生理功能的干扰可以表现在植物生长发育的各个阶段,也表现在许多生理生化过程中。对植物水分及抗旱生理的研究,过去集中在水分亏缺时植物叶水势、渗透势、相对含水量、膜透性、膜稳定性、渗透调节和植物形态及作物产量的变化上,并确定了一些可用于鉴别植物抗旱性能的指标,如目前比较公认的指标有叶水势、叶片相对含水量、膜透性的变化、叶片扩张率、离体叶片持水力、作物在严重干旱下的存活力、复水后的恢复能力,以及最终产量等。但迄今尚未从本质上了解植物抗旱性机理。

大量研究表明:同工酶在高等植物体内极为普遍地存在着,它不仅与植物个体发育过程有关,也与其对不良环境条件的抵抗过程有关。而同工酶结构的差异,主要来源于基因的差异(但也有些同工酶是多肽链合成后再经过修饰而来的),因此分析同工酶的质与量,可以从基因的直接产物来认识基因的存在和表达。

过氧化物酶同工酶对水分胁迫比较敏感,并由于其参与保护酶系统而受到重视。但就过氧化物酶活性上升是植物受害的一种标志^[2]还是植物对干旱产生的一种适应性反应^[1,4,6]仍有不同的试验结果。本文拟对几个抗旱性不同的冬小麦在水分亏缺条件下的生物产量、经济性状和过氧化物酶同工酶的变化进行比较研究,以了解过氧化物酶在植物对干旱适应过程中的作用。

1 材料与方法

1.1 材料

选择对水肥要求比较严格的三个水地冬小麦 (*Triticum aestivum*, L.) 品种(运 78-2、咸农 68-3 和 7859-18)和耐瘠薄、对水分要求不甚严格的 3 个旱地品种(陕合 6 号、丰抗 13 和旱选 10 号)分别作为敏感品种和抗旱品种参加试验。

1.2 干旱处理

试验采用盆栽法,于小麦的正常生长季节进行。播前经粒选,浸泡一夜后播种。试验用陶瓷盆(30cm×25cm),于玻璃遮雨棚中进行。盆栽用土为黄绵土,取活土层经风干、过筛后装盆。土壤饱和持水量为 47.89%,萎蔫系数 7.0%,土壤全氮含量为 0.082%,速效氮 0.5g/kg,速效磷含量 0.014g/kg。播前每 kg 土壤施入尿素 0.174g,三料磷(P_2O_5 , 46%)0.110g。

小麦自播种后一直维持土壤含水量在最大持水量的 60%~65%。然后分别于拔节孕穗期和扬花期停止浇水,当土壤含水量降低到最大持水量的 30%时,维持一周后重新补充水分至正常状态,直至收获。用称重法控制土壤含水量。

1.3 测试方法

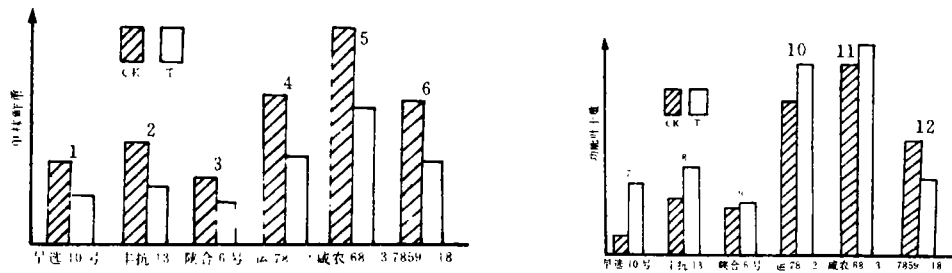
过氧化物酶同工酶分析采用垂直平板(20cm×20cm×0.1cm)聚丙烯酰胺凝胶电泳方法。分离胶浓度 7.2%,浓缩胶浓度 2.5%,电流 2mA/cm。过氧化物酶同工酶活性染色用醋酸联苯胺显色法,取苗体心叶下两片展开叶用于分析。

采样时间:上午 7h30min~8h,并测定叶片水分状况(用压力室法)。

2 结果分析

2.1 土壤干旱对拔节期小麦功能叶片干重和地上部分生物产量的影响

于拔节期停止灌水,当土壤含水量下降到饱和持水量的 40%左右,各品种处理苗功能叶片水势比对照降低 1.5MPa 左右时,分别对干旱和对照功能叶片干重和地上部分单株鲜重进行了测定。结果表明(图 1),7859-18、运 78-2 及咸农 68-3 几个水地品种的生物产量经干旱处理后的下降幅度均大于陕合 6 号、旱选 10 号和丰抗 13 号几个旱地品种,其中陕合 6 号的单株鲜重受干旱影响最小,运 78-2 下降幅度最大。叶片干重变化比较特殊,除 7859-18 的单叶干重受干旱胁迫后明显出现下降外,其余 5 个品种均表现增加趋势,旱选 10 号增加最多,陕合 6 号受影响最小。这与中度干旱胁迫下不同品种体内水分和代谢进行重新分配有关。



图中 $[(CK-Tr)/CK] \times 100\%$ 分别为:1—26.30%;2—29.50%;3—24.23%;4—35.07%;5—31.82%;6—32.58%;7—27.95%;8—12.81%;9—1.39%;10—9.91%;11—5.80%;12—-12.77%

图 1 土壤干旱对小麦单株鲜重和功能叶干重的影响

2.2 土壤干旱对某些经济性状的影响

Mc. Neal(1978 年)认为,在进行小麦抗旱育种中,对粒数的选择是有效的,而且存在丰富的遗传性。Fisher(1983 年)认为,以灌水和干旱下的产量为基础的干旱指数可以测定基因型对干旱的反应,不同基因型间在产量潜力和干旱指数方面存在差异,并指出在干旱条件下进行选择显著优于在灌水条件下进行选择。

我们在小麦受干旱影响最显著的几个关键时期中选择了幼穗分化期(拔节孕穗期)和开花期分别进行干旱胁迫处理,然后复水至收获后对其进行考种,结果列于表 1。

表 1 不同生育期干旱胁迫下小麦的减产率

生育期	减产率%	早选 10 号	丰抗 13	陕合 6 号	运 78-2	咸农 68-3	7859-18
拔节期	粒数/穗	8.35	56.02	24.30	65.19	57.43	89.77
	粒重/穗	47.78	55.96	34.28	35.15	60.62	88.62
扬花期	粒数/穗	26.46	25.78	32.72	38.02	36.88	24.20
	粒重/穗	31.32	28.71	22.11	52.90	35.38	53.13
总减产率		113.91	166.67	113.41	191.32	190.31	255.71

注:表中的数据为干旱处理复水后的产量与对照比较的下降率。

结果显示(表 1),从不同干旱处理时期和经济产量进行综合评价,可以看出 7859-18 等几个干旱敏感品种的减产幅度明显大于陕合 6 号等几个抗旱品种,前者的减产幅度达 190.31%~255.71%,而后者的减产幅度在 113.41%~166.67%。但不同生育期干旱处理对不同品种的经济性状有不同程度的影响,而且不同品种对干旱的反应也不尽相同。如 7859-18 的籽粒数量和重量受拔节期干旱影响明显大于开花期,而早选 10 号和陕合 6 号的穗粒数受开花期干旱影响较大,相反受拔节期干旱影响较小。穗粒数和穗籽粒重量对不同生育期干旱处理的反应也不尽一致。如早选 10 号拔节期干旱对穗籽粒重量影响较大,而开花期干旱对穗粒数影响较大,但总的趋势是拔节期干旱比开花期干旱对小麦的经济性状影响较大,而干旱敏感品种受影响程度较抗旱品种更大。

2.3 土壤干旱对功能叶片过氧化物酶同工酶的影响以及与抗旱性的关系

于小麦拔节期停止补充水分,当土壤含水量下降到最大持水量的 45%时,对 6 个品种小麦功能叶片的过氧化物酶同工酶进行分析,复水后 16 天各土壤相对含水量分别为:CK₁=CK₂=CK₃=60%;T₁=45%;T₂=30%;T₃=60%。结果显示(图 2),经胁迫处理后,早选 10 号、丰抗 13 和陕合 6 号几个抗旱品种功能叶片的过氧化物酶同工酶酶谱中出现了一条 R_f0.35 的 C 区条带,而在 7859-18 及运 78-2 两敏感品种中则无此现象。而咸农 68-3 的酶谱却同 3 个抗旱品种的酶谱变化相似。

干旱胁迫过程中,陕合 6 号等几个抗旱品种酶谱中 C 区条带的变化比较特殊,胁迫前(图 3),在对照植株中此带活性较低(图 3,陕 CK₁),但随着生育期的延长,其活性逐渐增加(图 3,陕 CK₃),而水分胁迫似对此带酶活性的增强有促进作用。当土壤含水量下降到饱和持水量的 45%以下时,处理植株中的 C 区活性急剧上升(图 3,陕 T₁),严重胁迫时仍然如此(图 3,陕 T₂),在此过程中,对照植株的活性略有升高(图 3,陕 CK₂),当复水 11 天后,对照和处理间的 C 带活性基本接近,对照的活性似略高于处理水平,这种现象一直维持到复水后的第 16 天。

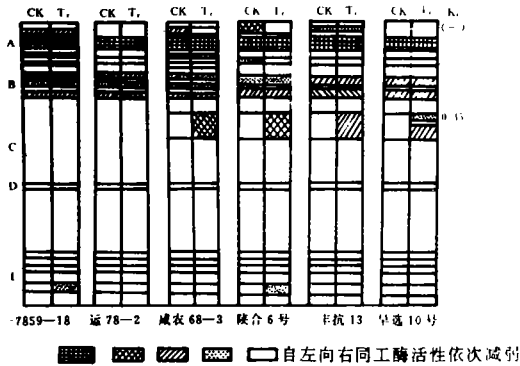


图 2 拔节期土壤干旱对不同品种小麦过氧化物酶同工酶的影响

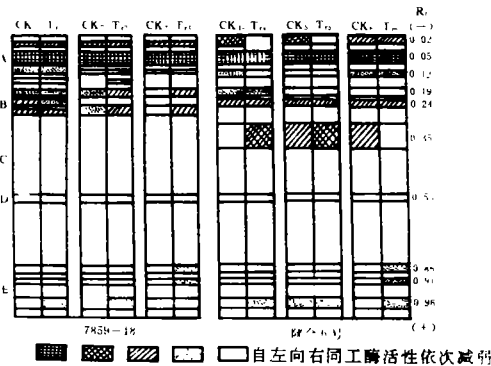


图 3 拔节期土壤干旱对陕合 6 号和 7859-18 过氧化物酶同工酶的影响

陕合 6 号等几个抗旱品种的 C 区酶带在处理植株中活性升高可能有两方面的意义,一方面 C 区同工酶活性升高伴随着过氧化物酶总活性的升高(活性测定结果与同工酶分析结果一致),可以认为是抗旱植株对水分胁迫产生的一种适应性反应,在干旱引起的伤害中起某种保护作用^[4],这与上述测试的生物产量和经济性状对干旱的响应是一致的;另一方面,从对照植株功能叶片 C 区条带出现的时间来考虑,说明此带与植株的生长发育密切相关,在正常情况下,基因表达有其顺序性,而水胁迫促进了这种表达进程,同时也暗示着水分胁迫可能在基因水平上对植株产生影响。

水分胁迫期间,7859-18 的过氧化物酶同工酶酶谱也发生了一定的变化,尤其是复水后某些条带的酶活性高于对照水平,其中 B 区酶带的活性增加程度较大,此现象在陕合 6 号中也有表现,如 T₃中的 R_f0.24 的条带。值得注意的是,陕合 6 号中 B 区 R_f0.24 的条带在水分胁迫期间其活性并无增加(在 7859-18 中略有增加),但在复水后长时间(复水 16 天)仍保持较高活性有何生理意义尚不清楚,推测此同工酶可能与植物在水分胁迫期间体内产生某种适应性有关。

从上述 6 个冬小麦品种的过氧化物酶同工酶酶谱分析可以看出,陕合 6 号、丰抗 13 及早选 10 号几个旱地品种与运 78-2 和 7859-18 两个水地品种的表现显然不同,咸农 68-3 比较特殊,同工酶酶谱变化类似于旱地品种,但又不完全相同,从酶谱条带来看,似属于中间类

型, A, B 区谱带与 7859-18 和运 78-2 相似, 而 C 区谱带与陕合 6 号等几个旱地品种相似。从水分胁迫后单叶干重和单株鲜重以及经济性状等指标进行综合评价, 咸农 68-3 的抗旱性尚属过渡类型, 在生产中它的抗旱性也有争议, 此结果与同工酶谱分析有一定吻合性。

以上结果表明, 拔节期小麦功能叶过氧化物酶同工酶对水分胁迫的响应是比较敏感的, 某些同工酶酶活性的增加与小麦的抗旱性具有一定的正相关关系, 同时表明, 过氧化物酶在拔节期冬小麦对水分胁迫的响应中起着积极的作用。

参 考 文 献

- 1 孔祥瑞. 自由基及其分子生物学研究进展. 生物科学动态, 1984(4):11~18
- 2 Edward H Lee, Jesse H Bennett. Superoxide Dismutase. Plant physiol. 1982, 62:1444~1449
- 3 Fisher K S et al. Drought Resistance in Crop with Emphasis on Rice. 1983. 377~399
- 4 Irwin Fridovich. The Biology of Oxygen Radicals. Science. 1978. 201:875~880
- 5 Mali P C, Mehta S C. Effect of Drought on Proteins and Isoenzymes in Rice during Germination. phytochem, 1977, 16:543~546
- 6 Stutte C A, Todd G W. Some Enzyme and Protein Changes Associated with Water Stress in Wheat Leaves. Plant physiol. 1969, 39:379~386

(上接第 34 页)

加之耕作粗放, 水土流失极为严重, 蓄水保水保肥能力很差, 不能充分贮蓄和经济利用有效降水, 造成了“有水干旱”现象。且山区经济落后, 化肥投入量有限, 多是广种薄收, 撂荒轮作, 生产力低下, 没有发挥现有条件下的降水生产潜力。因此, 在这些山区和丘陵沟壑区, 兴修梯田, 推广水土保持耕作法, 最大限度的利用有效降水, 同时增加化肥投入, 以肥调水, 小麦产量就易于再上一个新台阶。

在延安南部的洛川塬, 黄龙山和子午岭山地, 渭北黄土高原沟壑区、丘陵沟壑区西北边沿 3 县, 关中平原渭河流域两岸, 降水预测产量在不同程度上低于实际产量。说明在目前生产状况下, 降水增产作用在这些地区得到了一定程度的发挥。其高产主要是通过种植优良品种, 增施肥料和扩大灌溉面积, 采用先进科学技术和其它环境因子作用而获得的。因此, 在这些地区, 小麦要进一步高产, 首先要选用矮秆抗病耐水肥高产潜力大的优良品种, 同时进一步扩大灌溉面积, 合理灌溉, 提高水分利用效率, 增加肥料投入, 加强病虫害的防治, 采用先进的科学技术指导小麦生产, 这样才能进一步挖掘这些农业历史悠久地区的生产潜力。