



玉米幼苗叶片硝酸还原酶热稳定系数与田间早衰的关系

The Relative Correlation Between Nitrate Reductase Thermostability Coefficient of Seedling Leaves and Early Decline Rate in Corn

玉米早衰严重影响籽粒灌浆。在育种过程中,早衰严重的组合将被淘汰,但由于早衰发生在灌浆后期,安排试验时难以事先剔除早衰的组合。为了减少田间设计的盲目性,我们对人工培养的幼苗进行生化分析,找到了预测玉米杂交组合早衰程度的方法。

众所周知,氮素供应不足是引起叶片衰老的重要原因之一:氮素供应主要取决于土壤含氮量和植株体内氮素代谢的酶系统,在氮素代谢过程中硝酸还原酶尤其重要。在某一作物的不同品种之间硝酸还原酶活力(NRA)有很大差别,NRA强的品种氮代谢旺盛,NRA弱的品种氮代谢较慢。大量文献报道了NRA与作物的耐肥性、籽粒含氮量、籽粒蛋白质含量有关,与早衰是否有关还未见报道。1989年至1990年我们通过大量试验,发现硝酸还原酶的热稳定系数(NRTC)与田间早衰率有极显著的正相关。

1 材料和方法

试验材料来自北京市农林科学院作物所玉米育种课题的品比材料。在灌浆后期调查田间早衰率,选7个具有不同早衰程度的杂交种或杂交组合(甲11、乙11、乙8、掖单13、掖单51、农大60、京单841)的种子,在人工气候箱中培养出幼苗,取三叶期功能叶片测NRA。测定方法基本与中科院植物生理所的方法相同。酶与底物反应温度分别为25、35、45、55、65、75、85℃。

$$\text{硝酸还原酶热稳定系数} = \frac{A_{65} - A_{75}}{A_{\max}}$$

式中, A_{65} : 65℃下反应后的酶活力; A_{75} : 75℃下反应后的酶活力; A_{\max} : 最高酶活力(55℃下反应后的酶活力)。

2 结果与讨论

在不同温度条件下,离体NRA变化很大,从25℃~55℃呈上升趋势;55℃以后开始

下降; 65℃~75℃酶活力衰减幅度最大。在75℃下, 乙11和乙8完全丧失酶活力。我们以 A_{65} 与 A_{75} 的差值作分子, 最大酶活力作分母, 商为硝酸还原酶热稳定系数(NRTC)。这个系数越小, 表示酶活力衰减幅度越小, 酶的热稳定性好; 反之表示酶的热稳定性差(见表)。将7个材料的NRTC与田间早衰率进行相关分析, 相关系数 $r=0.805^{**}$, 说明NRTC越大早衰率越高; NRTC越小早衰率越低。在我们的试验中NRTC高于0.6的材料, 田间早衰率较高。早衰最重的乙8, 植株不能正常成熟, 籽粒不饱满, 产量最低。

表 田间早衰率与硝酸还原酶热稳定系数 (1990年)

材 料	早衰率(%)	NRA($\mu\text{mol NO}_2(30\text{min}^{-1})(0.5\text{g fw}^{-1})$)			NRTC
		Max	65℃	75℃	
甲11	7.5	0.76	0.61	0.18	0.57
掖单13	11.5	0.85	0.69	0.27	0.49
京单841	16.2	1.53	1.27	0.71	0.37
农大60	29.0	0.48	0.41	0.07	0.71
乙11	51.9	0.64	0.47	0	0.73
掖单51	58.5	1.39	1.30	0.43	0.63
乙8	94.3	1.21	1.04	0	0.86

注:NRA均为三次重复的平均值。

不同品种的硝酸还原酶在离体条件下, 表现出不同的耐热性, 这很可能是由于各品种具有结构不同的硝酸还原酶同工酶。根据蛋白质的性质, “蛋白质分子的疏水键多少及牢固程度, 是热稳定性的分子学基础。”“凡是分子内二硫键多的蛋白质, 抗热性强”。可以推断, 那些酶活力衰减幅度小的品种的硝酸还原酶同工酶具有较多的二硫键, 因此在高温条件下仍保持一定的活力。夏季灼热的阳光可使田间的温度远远超过玉米生长的最适温度(玉米受精到成熟的最适温度为22~24℃), 由于没有活体测定酶活的有效方法, 我们无法知道此时NRA的变化, 而不同的玉米品种对高温具有不同的承受能力是显而易见的。例如有些品种或杂交种在夏季较凉爽的地区能够正常成熟, 种在夏季炎热的地区却严重早衰, 有些品种则无论在那儿种植都不发生早衰。自然条件下的高温虽不能高达75℃, 但对于活体内的酶系统已造成了危害。那些酶结构较牢固的品种能抵抗热浪的袭击, 酶结构较松散的品种则缺乏抵抗能力而早衰, 这一点通过我们的工作也得以证明。

测定NRTC的工作完全在室内进行, 育种工作者可在全年任何时候对自己感兴趣的品种进行测定, 只需两个星期便可得到结果, 其优越性是田间试验无法比拟的。

鸣谢 本项工作曾受到中科院植生所汤玉玮先生及其研究生凌俊同志的热情指导, 作物所玉米育种课题组给予了大量支持, 谨此致谢。

(北京市植物细胞工程实验室 王立新 苏青; 北京市农林科学院作物所 苏瑞莘 郭强)