

低温对玉米生长发育的影响

宋立泉

(黑龙江省农业科学院栽培所, 哈尔滨 150086)

摘要 玉米是我国东北地区的主要粮食作物。它原产热带, 是一种喜温的 C_4 植物。由于它对温度条件要求较高, 所以在生长期受到低温冷害的侵袭, 常造成大幅度的减产。不少学者从气象、栽培的角度对低温下玉米生育期延迟、产量下降等做过详细的研究。本文主要探讨玉米生育期(芽期、四展叶期、小孢子形成期和灌浆期)中黑龙江省冷害年经常出现的低温对玉米光合作用、小孢子分化的影响, 为有效地防御低温冷害, 保证玉米高产、稳产提供理论依据。

关键词 玉米 光合作用 小孢子分化 低温

1 材料与方法

供试材料为龙单3号玉米。以盆栽方式进行(芽期除外)。将种催芽后, 播于米氏盆内(直径36cm, 高52cm)。每盆3株, 在自然条件下生长, 在一定的生育期进行低温处理。用加拿大 Conviron 人工气候箱 PGW、PGV 型分别模拟低温与常温对照, 采用昼夜梯度变温的形式, 分别控制两箱内的温度, 而其他环境因子如通风情况, 湿度及光照条件则保持一致(相对湿度70%, 光照数13h, 光照强度40 000Lx), 每组试验均设3~5个重复。

温度的设计: 低温模拟黑龙江省哈尔滨市历史上曾出现的8个低温冷害年各相应生育期温度的平均值; 对照温度拟正常年份相应温度平均值。

芽期低温处理平均温度10℃, 最高温度16℃, 最低温度4℃; 常温对照平均温度15℃, 最高温度22℃, 最低温度8℃。处理时间7d。将种子浸泡24h, 控去水分保持湿润, 摆在培养皿中, 置于气候箱内, 每天定时观察其发芽情况, 调查发芽数。

苗期低温处理平均温度14℃, 最高温度18℃, 最低温度10℃; 常温对照平均温度20℃, 最高温度26℃, 最低温度14℃。处理

时间5d。出箱后取第四片叶, 用分光光度法测定叶片的叶绿素含量。用美国的 Li-3000 型叶面积仪测定植株功能叶片的有效叶面积。用改良半叶法测定植株的光合作用强度。

小孢子形成期低温处理温度21℃, 最高温度26℃, 最低温度16℃; 常温对照平均温度23℃, 最高温度28℃, 最低温度18℃。处理时间5d, 使其在低温下抽雄。出箱后立即采样在显微镜下观察雄穗的发育情况, 同时用过氧化物酶法及碘—碘化钾染色法做玉米活力鉴定, 然后每两天检查一次玉米花粉的活力。

灌浆期低温处理平均温度为19℃, 最高温度24℃, 最低温度13℃, 以自然条件下生长的盆栽玉米为常温对照(平均温度22℃), 处理时间15d, 每5d测定一次子粒的干鲜重, 计算植株子粒中干物质积累速度。

2 结果与讨论

2.1 玉米芽期对低温冷害的反应

表 1 种子在低温下的发芽势与发芽率

处 理 \ 项 目	发芽势	发芽率
常温对照(平均 15℃)	94.7%	96%
低温处理(平均 10℃)	85.3%	89.3%

从表 1 中可以看出,低温对种子的发芽率与发芽势都有一定程度的影响,在平均 10℃低温的情况下,种子的发芽势比对照降低了 9.4%,发芽率降低 6.7%。由此可见低温主要是通过延迟出苗的方式作用于玉米。同时发芽率的显著降低则可能导致大田的出苗率降低。

2.2 玉米四展叶苗期低温下的光合作用情况

进箱时挑选株高基本相同的四展叶玉米幼苗,分别置于人工气候箱内进行低温、常温处理。出箱后常温对照植株四展叶数平均为 5.5,增加量为 1.5,而低温处理植株四展叶数 5.0,增加量为 1.0。从形态上观察低温处理植株明显矮小,表现为典型的生长延缓。

表 2 苗期低温下的各项生理指标

测定项目 \ 处 理	对 照 (平均 20℃)	低 温 (平均 11℃)	处理比 对照降低
光合作用强度	12.8	9.4	3.4
叶绿素含量	1.30	1.56	-0.26
植株功能叶片的有效叶面积(cm ²)	510.9	100.9	110.0

从表 2 可以看出,植物光合作用强度与植株功能叶片的有效叶面积在低温下显著降低,光合作用强度在低温下降低了 3.4mg/h.dm²。植株功能叶片的有效叶面积在低温下降低了 110.0 cm²。说明苗期低温对植株功能叶片的生长有阻碍作用,在低温下光合作用强度下降显著。值得引起注意的是表 2 中所列数据并非是低温下的光合作用强度,而是出箱后即植物已摆脱低温环境下的光合强度。所以分析此数据,可以肯定低温对植物的光合作用的影响有一定的后效作用,即

叶片的光合作用不仅在低温下受影响,而且在温度回升后这些影响还持续一段时间,然后逐渐恢复。从表 2 还可看出,经低温处理的植株叶内叶绿素含量为 1.56mg/g 鲜重,而对照叶的叶绿素含量为 1.30mg/g 鲜重。虽有报道,在低温下水稻的叶绿素含量降低。可本试验的结果却出现玉米叶片叶绿素含量在低温下(平均温度 14℃,最低温度 10℃)处理 5 昼夜后,比对照增加 0.26mg/g 鲜重。这方面的生理机制尚不清楚,有待于进一步的深入研究。不过据 Willotalles 和 Stoll 的研究认为,光合作用能力与叶绿素浓度之间并无多大关系。所以,叶绿素含量通常并不是叶片光合成速率的限制因素。此试验证实了这一点。可以说,低温使得玉米幼苗生长延缓的主要原因是由于玉米在低温下光合强度减小即光合速率下降,同时低温下植株功能叶片有效叶面积增加缓慢也是一个限制因素。

2.3 玉米小孢子形成期对低温的反应

在显微镜下观察表明,经低温处理植株的雄穗主枝中部的花粉母细胞已分化成为小孢子。检查花粉的活性,其对碘—碘化钾的着色及对过氧化物酶的染色情况均正常,与对照相同,雄穗分枝中部的花粉母细胞正在进行减数分裂。在显微镜下可以观察到其有显著特征的二分体和四分体。在出箱后每两天检查一次玉米花粉活力,发现经低温处理的植株与对照结果相同,无任何异常反应,说明小孢子形成期平均 21℃(最低温度 16℃)低

表 3 灌浆期子粒干重增加百分率

干物质占子粒总重的% \ 采 样 日 期	处 理	对 照
13 日/8 月	25.35	23.54
18 日/8 月	34.60	35.36
23 日/8 月	43.35	43.38
28 日/8 月	48.45	49.97
15d 处理中干物质积累的增加值	23.10	26.43

温并不影响玉米花粉母细胞的正常发育和玉米花粉的活力。表明在低温年,玉米也能顺

利通过孕穗期低温,正常发育,即玉米小孢子形成期不存在低温冷害。

2.4 灌浆期间低温对玉米灌浆速度的影响

将材料置于人工气候箱内处理 15 d,每 5 d 采一次样,测子粒的干物质增加量,与在室外自然情况下发育的对照进行比较。

从表 3 可以看出,在 15 d 里,对照干物质占子粒重量的百分率增加 26.43%;而经低温处理的植株增加了 23.10%。明显低于对照的增加量。所以说,灌浆期低温使植物干物质积累速率减缓,即灌浆速度下降。可能是由于玉米上部叶片光合成能力在低温下的降低而导致干物质积累速度降低,进而造成产量下降。

从玉米整个生长发育期来看,芽期、苗期和灌浆期对低温敏感性很大。芽期低温不仅推迟玉米的出苗期,同时影响出苗率,所以在

生产上应选择适宜的播种期,同时采取适当的防御措施,如地膜覆盖,在可能的情况下育苗移栽。苗期低温主要通过降低光合作用强度影响植株的生长,即使温度恢复后仍有一定的后效作用,然后逐渐恢复。同时,低温下植株功能叶片的生长受抑制,影响了植株总的有效叶面积,使光合生产率下降。曾有报道指出,苗期施磷肥能够改善玉米的生长环境,对缓解低温冷害有一定效果。灌浆期低温明显降低植株干物质积累速度,因而直接影响产量。在生产上应选用在低温下灌浆速度快的早熟高产品种。

由于玉米品种间的耐冷性差异很大,所以解决黑龙江省低温冷害问题的关键是进行耐冷品种的选育,并严格地依据气候区划种植不同品种,才能保证低温年玉米的高产稳产。