

低温对西瓜花药发育的影响

刘 林

(山东省临沂师范学院生命科学院, 276005)

摘 要:用光学显微镜研究了低温下西瓜花药的细胞形态学变化,结果表明,小孢子母细胞和绒毡层是西瓜花药中对低温最敏感的细胞;小孢子母细胞时期和减数分裂前期是对低温最敏感的发育阶段。低温影响下,小孢子母细胞产生大量小液泡,细胞质变稀,发生质壁分离,细胞质中积累金属钨染色深的脂类物质。低温引起绒毡层细胞质泄露,细胞质高度液泡化,积累金属钨染色深的脂类物质。

关键词:西瓜;花药;小孢子母细胞;绒毡层;低温

中图分类号:S 651.03.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2007)04-0016-02

植物冷害发生的生理学机制已经十分清楚(潘瑞炽,董恩得,1995),花药受冷害的研究也很多,从花粉形成到受精是水稻花药对低温敏感的阶段(Nishiyama, 1984),四分体时期是最敏感的发育阶段(Satake and Hayase, 1970)。四分体时期受低温影响会造成 80% 小花不孕(Satake and Hayase, 1970; Nishiyama, 1984)。然而关于冷害对植物花药发育细胞形态水平上的研究还极少。

“惊蛰”前后,沂蒙山区大棚西瓜进入花蕾期。该地区“清明”断雪,“谷雨”断霜,这期间常会有强烈春寒,对小型棚保护栽培的西瓜造成危害,因此研究西瓜冷害具有重要的生产意义。西瓜花药由花药壁和所包围的雄性组织构成。花药壁由表皮、药室内壁、中层、绒毡层组成。性组织包括小孢子母细胞以及由小孢子母细胞减数分裂产生的小孢子,小孢子最终发育为成花粉,也就是成熟雄配子体,为胚囊双受精作用提供精细胞。试验着重研究冷害对花药产生的影响,以期西瓜早春种植和制定管理措施提供依据。

1 研究方法

供试西瓜为常规品种“京欣三号”。种植于沂蒙山南部大田温室内,部分植物盆栽。“惊蛰”前后,春寒来临时,将进入花蕾期的盆栽植株移到温室外过夜,夜间温度 4℃~6℃。第二天早晨取材。重复三次,以温室内的植株作对照。

取各发育阶段的花蕾,分离出花药,用 2% 戊二醛(磷酸缓冲液配制)于冰箱内固定 6h,然后用 1% 钨酸(磷酸缓冲液配制)在冰箱内固定 6h。梯度酒精脱水,Embed

812 树脂包埋。用玻璃刀切厚 2~3μm 的切片,TBO 染色,光学显微镜下观察并照相。

2 结果与分析

西瓜花药原基形成后,表皮下面分化出一个孢原细胞,孢原细胞平周分裂产生一个造孢细胞和一个初生壁细胞。初生造孢细胞分裂产生次生造孢细胞,次生造孢细胞发育成小孢子母细胞;初生壁细胞分裂产生次生壁细胞,次生壁细胞分裂形成多层细胞的花药壁,由外向内依次为一药室内壁、两中层和一绒毡层。

低温对花药影响,主要发生在减数分裂前期和分裂前的发育阶段,单核花粉和二细胞花粉时期,耐低温性强。易表现受害的细胞是绒毡层细胞、尚未进入减数分裂时期的小孢子母细胞和减数分裂前期的小孢子母细胞。小孢子母细胞刚产生时,低温引起母细胞和周围的花药壁细胞高度液泡化,然后退化解体(图 1A)。减数分裂前小孢子母细胞由低温诱导产生大量小液泡,细胞质明显变稀,易发生质壁分离(图 1B)。小孢子发育出胼胝质壁,减数分裂开始,这时,有些小孢子母细胞较抗低温,细胞不发生液泡化,细胞质浓,但发生质壁分离(图 1c);有些则易发生液泡化,细胞质中出现脂类物质积累(图 1D)。两种情况下,胼胝质壁的金属钨染色不同,较抗低温的小孢子胼胝壁染色深,不抗低温的染色浅。染色不同标志小孢子发育阶段不同,染色深意味着壁物质浓,发育程度深。所以越是发育程度深,越是耐低温。绒毡层细胞对低温敏感,尤其在小孢子母细胞减数分裂前期更敏感。低温引起绒毡层细胞高度液泡化,细胞中出现金属钨染色深的脂类物质,细胞质泄露,有些细胞中只剩下细胞壁和一些脂类物质(图 1C-D)。作为对照的植株,花药发育正常。

3 讨论

西瓜花药在小孢子母细胞减数分裂前期,绒毡层细胞

作者简介:刘林(1963-),男,博士,副教授,从事植物胚胎学和细胞生物学研究与教学工作。

收稿日期:2006-11-01

胞和小孢子母细胞对低温最敏感,减数分裂后耐低温性增强,到雄配子体发育后期,耐低温能最强。发育早期的绒毡层细胞和小孢子母细胞,贮藏物质少,细胞质稀,含水量多;花粉发育后期,绒毡层细胞程序性死亡,残迹中为大量花粉鞘物质,花粉含水量很少,具有大量淀粉、脂类贮藏物质(刘林等,2000),增强了抗冷能力。这和禾本科植物水稻中的情况不完全一致,水稻在四分体时期对低温最敏感(Satake and Hayase, 1970),四分体时期受低温影响会造成 80% 小花不孕(Satake and Hayase, 1970; Nishiyama, 1984)。这可能是不同植物间的正常差异。

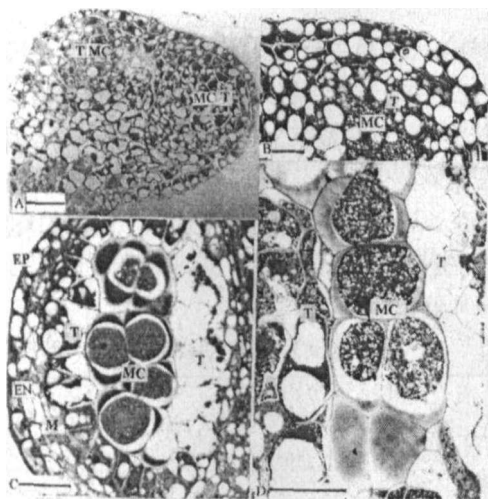


图1 低温对西瓜花药的影响

A. 小孢子母细胞早期,小孢子母细胞(MC)和绒毡层(T)细胞液泡化,易质壁分离; B. 小孢子母细胞早期,小孢子母细胞(MC)产生大量小液泡,质壁分离; C. 减数分裂前期,绒毡层(T)细胞碘染色深,细胞质泄漏,小孢子母细胞(MC)质壁分离; D. 减数分裂前期,绒毡层(T)细胞碘染色深,细胞质泄漏,小孢子母细胞(MC)质壁分离,细胞中有大量碘染色深的脂类物质(图中比例尺为 25 μ m)。

小孢子母细胞在低温下发生液泡化,细胞质变稀,质壁分离,细胞质中积累金属碘染色深的脂类物质;绒

毡层细胞积累脂类物质,细胞质泄露,形成空细胞。绒毡层细胞和小孢子母细胞受低温为害产生的细胞形态学变化基本相同,只是绒毡层细胞受害更为严重,可能与小孢子母细胞具有厚的胼胝壁有关。这些形态学变化是生理学变化的结果。

绒毡层与雄配体发育关系密切,为雄配子体发育提供营养物质。绒毡层发育不正常,会造成配子体发育不正常。雄性不育常与绒毡层不正常发育有关(夏涛等, 1993; Katti et al 1994; Kini et al, 1994)。

考虑到从减数分裂开始到雄配子体成熟需大约 7~8d(李树贤,陆新德,1992),开花前 7~8d 就要采取预防措施,防止西瓜受低温为害而影响正常授粉,保证西瓜按时上市。

参考文献:

- [1] 刘林,张恒悦,范树国,等. 西瓜绒毡层和花粉发育的进一步观察[J]. 武汉植物学研究, 2000, 18(2): 85-90.
- [2] 潘瑞炽,董恩得. 植物生理学(第三版)[A]. 北京,高等教育出版社, 1994: 322-328.
- [3] 夏涛,刘纪麟,翟波. 玉米同核异质雄性不育系花药发育的超微结构研究[J]. 华中农业大学学报, 1993, 12(3): 221-224.
- [4] Wen JQ, Oono J, Imai R. Two Novel Mitogen-Activated Protein Signaling Components, OsMEK1 and OsMAP1, Are Involved in a Moderate Low-Temperature Signaling Pathway in Rice[J]. Plant Physiol, 2002, 129(4): 1880-1891.
- [5] Katti RY, Giddanavar HS, Naik S, Agadi SN, Hegde RR. Persistence of callose and tapetum in the microsporogenesis of genic male sterile *Cajanus cajan* (L.) Millsp. With well formed endothecium[J]. Cytologia, 1994, 59: 65-72.
- [6] Kini AV, Seetharam A, Joshi SS. Mechanism of pollen abortion in cytoplasmic male sterile line of sunflower[J]. Cytologia, 1994, 59: 121-124.
- [7] Nishiyama, I. Climate influence on pollen formation and fertilization [A]. In: Tsunoda S, Takahashi N, editors. Biology of Rice. Amsterdam [M], Elsevier, 1984. 153-171.
- [8] Satake T, Hayase H. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants; estimation of pollen developmental stage and most sensitive stage to coolness[J]. Proc Crop Sci Soc Jpn, 1970, 39: 468-473.

Effect of Low Temperature on Anther Development in Watermelon

LIU Lin

(Department of Life Science, Linyi Teachers University, Shandong 276005)

Abstract: Cell morphology of anther in watermelon plants exposed to low temperature was characterized using light microscope. The microspore mother cells and tapetal cells in the anther of watermelon were most vulnerable to low temperature. The microspore mother stage and meiotic prophase were the developmental stages that were most sensitive to low temperature. The microspore mother cells in plants exposed to low temperature develop numerous vacuoles and thus show thin cytoplasm. Plasmolysis and accumulation of lipid easily occur in these cells. Cytoplasm of tapetal cells tend to leak and accumulate too much lipids in plants not prevented from low temperature.

Key words: *Citrullus lanatus*; Anther; Microspore mother cell; Tapetal cell; Low temperature