

外源多胺与玉米的耐旱性

宋凤斌

戴俊英 李海燕¹ 谷卫彬¹

(吉林农业大学农学系, 长春 130118)

(沈阳农业大学农学系, 沈阳 110161)

Exogenously applied polyamines and drought tolerance in maize

Song Fengbin

Dai Junying Li Haiyian Gu Weibin

Department of Agronomy, JiLin

Department of Agronomy, Shenyang

Agricultural University, Changchun 130118)

Agricultural University, Shenyang 110161)

Abstract: Three kinds of polyamines, namely spermine, spermidine and putrescine-2HCl, were used to study the relationship between the exogenously applied polyamines and the drought tolerance of maize. The experimental results showed that pretreatment with the polyamines decreased the level of membrane lipid peroxidation of cell and the permability of plasma membrane and retarded the decrease of chlorophyll and soluble protein contents of leaf cell in maize under water stress. On the effect of increasing drought tolerance of maize, above three kinds of polyamines was spermine, spermidine and putrescine-2HCl, respectively.

Key Words: Maize; Water stress; Drought tolerance; Polyamine; Membrane lipid peroxidation

摘要 本文研究了外源多胺(精胺、亚精胺、腐胺)与玉米耐旱性的关系。结果表明,外源多胺处理降低了水分胁迫下玉米叶片细胞膜透性增加的程度和膜脂过氧化程度,并延缓了玉米叶片叶绿素和可溶性蛋白质含量的下降。这些结果说明外源多胺在减轻或抵御自由基伤害,在增强玉米耐旱性上具有相当明显的效果。研究还表明,在增强玉米的耐旱性上,三种多胺的效果依次为精胺(四胺)、亚精胺(三胺)、腐胺(二胺)。

关键词 玉米 水分胁迫 耐旱性 多胺 膜脂过氧化

前言

多胺作为植物体内一种新的生长调节物质^[6,21],越来越受到人们的重视,第十二届国际植物生长物质会议已将多胺列入专题讨论^[7]。

多胺,包括精胺(四胺)、亚精胺(三胺)和腐胺(二胺)等,不仅广泛地存在于动物和微生物机体中,而且也普遍地存在于各种高等植物中^[11,12]。人们先后从单子叶植物,如玉米、大麦、小麦;双子叶植物,如烟草、苹果、豌豆、绿豆、柠檬等植物中提取出各种多胺^[13]。

多胺在动物和微生物代谢中的调节作用早有研究。近年来,多胺对植物生长发育的调节作用越来越引起人们广泛的兴趣和重视。研究证明,多胺影响DNA和RNA的构型^[11,12,14];能控制核酸和蛋白质代谢^[15,16];抑制核酸酶和蛋白酶的活性^[17];多胺还是细胞有丝分裂全过程必不可少的因素^[18];在使核酸蛋白酶活化的作用中,多胺类似于CAMP

收稿日期 1994-09-30

1:沈阳农业大学农学系 91 年级本科生

致谢:沈阳农业大学生物化学专业 93 年级硕士研究生陈红曼帮助联系购买到多胺。

(环腺苷酸);多胺使悬浮培养的原生质体稳定,延缓离体叶片的衰老进程和阻止叶绿素的破坏^[19]。我们在查阅了国内外大量有关资料的基础上,研究了外源多胺与玉米耐旱性的关系,以便进一步阐明多胺对水分胁迫下植物衰老的调节作用,并探讨多胺在生产实践中应用的可能性。

1 材料和方法

1.1 供试材料

供试的药品为精胺及亚精胺(Sigma),盐酸腐胺(上海试剂总厂);供试的玉米品种为掖单 13 和丹玉 13,掖单 13 的耐旱性强于丹玉 13。

1.2 栽培与管理

供试玉米的栽培与管理参照王万里等^[1]的方法略作修改。单株室外盆栽,盆体直径 34cm,高 30cm。出苗后 25 天开始控水,对照组植株供水适量而充足,水分胁迫处理组供水量为对照组的一半。控水 50 天中,供水量随植株生长逐渐增加。对照组每天每盆加水量为 1000~2200ml,水分胁迫处理组供水量相应减半。水分胁迫期间,夜间及阴雨天在防雨棚内,晴朗的白日推出防雨棚,以维持植株的自然状态。

1.3 外源多胺处理

供试多胺浓度为 20mg/kg。在配制 20mg/kg 多胺试剂时,参照王隆华等^[2](1985)的方法略作修改进行。试剂在临用前配制,在干旱处理的前一天傍晚施用。采用整株喷施的方法,供试玉米叶片的上下表面均同时喷洒药剂,每品种各处理 20 株,以仅喷 20mg/kg 乳化剂(Tween-20)的植株为对照。

1.4 取 样

水分胁迫期间,当玉米叶片出现严重缺水症状时,在处理和对照中各选取 5 株,每株剪下+2、+3 和+4 叶共 15 片叶,将其混合在一起作为一份样品,取叶片的 5~55cm 区段,除去中脉,中脉的一侧用以测定含水量和

水势等,另一侧用以测定生理生化指标。

1.5 测定项目及方法

1.5.1 叶片水势测定 参照王万里的压力室法^[3]。

1.5.2 叶片含水量测定 按华东师范大学的方法^[4]。

1.5.3 丙二醛(MDA)含量测定 按 Heath 的方法^[8]。

1.5.4 质膜相对透性测定 采用张宪政等的方法^[5]。

1.5.5 叶绿素含量测定 按 Arnon 的方法^[9]。

1.5.6 蛋白质含量测定 按 Bradford^[10]的方法,用牛血清蛋白作标准曲线。

2 结果与分析

2.1 外源多胺处理对水分胁迫下玉米叶片水势的影响

表 1 外源多胺处理对水分胁迫下玉米叶片水势的影响

| 处 理 | 水 势(-MPa) | |
|------|-----------|-------|
| | 掖单 13 | 丹玉 13 |
| 对 照 | 0.20 | 0.24 |
| 胁 迫 | 1.11 | 1.23 |
| +精 胺 | 1.15 | 1.30 |
| +亚精胺 | 1.34 | 1.40 |
| +腐 胺 | 1.33 | 1.41 |

由表 1 可见,水分胁迫显著降低了玉米叶片的水势,但多胺并未明显影响水分胁迫下玉米叶片水分状况的变化,表明多胺增强玉米耐旱性的作用不是通过增强玉米叶片的保水能力而实现的。

2.2 多胺处理对水分胁迫玉米叶片 MDA 含量变化的影响

表 2 多胺处理对水分胁迫下玉米叶片细胞质 MDA 含量变化的影响

| 处 理 | 相对电导率(%) | | MDA 含量($\mu\text{molg}^{-1}\text{DW}$) | |
|------|----------|-------|--|-------|
| | 掖单 13 | 丹玉 13 | 掖单 13 | 丹玉 13 |
| 对 照 | 11.60 | 15.04 | 50.11 | 52.16 |
| 胁 迫 | 40.22 | 42.84 | 69.08 | 71.78 |
| +精 胺 | 23.13 | 28.05 | 55.10 | 60.07 |
| +亚精胺 | 25.01 | 28.10 | 59.27 | 62.00 |
| +腐 胺 | 26.32 | 28.84 | 59.79 | 62.79 |

分析表 2 中的结果可知,多胺处理明显降低水分胁迫下玉米叶片细胞质的 MDA 含量和叶组织的相对电导率,但掖单 13 叶片细胞质的 MDA 含量和叶组织相对电导率的下降幅度明显地低于丹玉 13。进一步分析相对电导率的变化可见,经多胺处理后,两品种在水分胁迫下的膜透性均极显著地低于未经处理的。相关分析表明,水分胁迫下,经多胺处理的玉米其叶片细胞膜透性的下降与 MDA 含量的下降率之间存在极显著的相关($r = 0.8825^{**}$)。显然,多胺处理引起的膜透性的下降与膜脂过氧化水平的下降有密切关系,这与前人^[20](Janne 等,1977)认为多胺的作用模式为稳定膜,可能类似于自由基的清除剂的结论是非常一致的。同时表明,水分胁迫下多胺降低玉米叶片细胞质 MDA 含量和叶组织相对电导率以增强玉米耐旱性的效果依次是精胺(四胺)、亚精胺(三胺)、腐胺(二胺)。

2.3 多胺处理对水分胁迫下玉米叶片可溶性蛋白质含量变化的影响

表 3 多胺处理对水分胁迫下玉米叶片蛋白质含量变化的影响

| 处 理 | 蛋白质含量($\text{mg g}^{-1}\text{DW}$) | |
|------|--------------------------------------|-------|
| | 掖单 13 | 丹玉 13 |
| 对 照 | 14.25 | 13.14 |
| 胁 迫 | 7.32 | 6.01 |
| +精 胺 | 10.46 | 10.00 |
| +亚精胺 | 9.72 | 9.02 |
| +腐 胺 | 9.21 | 8.88 |

水分胁迫下,经多胺处理的玉米叶片可溶性蛋白质含量极显著地高于未经处理的(表 3),同时三种多胺对蛋白质含量影响的大小在品种间差异也十分明显。

2.4 多胺处理对水分胁迫下玉米叶片叶绿素含量变化的影响

由表 4 可见,多胺处理延缓了由水分胁迫引起的玉米叶片叶绿素含量的下降,这与他人^[19](Kaur-Sawhney 等 1982)得出的多胺可延缓离体叶片的衰老进程和阻止叶绿素的

破坏的结论是一致的。水分胁迫下两品种处理的叶绿素含量均显著地高于未处理的。但多胺处理对水分胁迫下玉米叶片叶绿素含量的影响程度在品种间存在很大差异。

表 4 多胺处理对水分胁迫下玉米叶片叶绿素含量变化的影响

| 处 理 | 叶绿素含量($\text{mg g}^{-1}\text{DW}$) | |
|------|--------------------------------------|-------|
| | 掖单 13 | 丹玉 13 |
| 对 照 | 14.54 | 13.73 |
| 胁 迫 | 6.90 | 4.19 |
| +精 胺 | 10.32 | 9.72 |
| +亚精胺 | 9.47 | 8.93 |
| +腐 胺 | 8.52 | 8.64 |

3 讨 论

三种多胺的分子式如下:

精 胺: $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}(\text{CH}_2)_4\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2$ (四胺)

亚精胺: $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_3\text{NH}(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ (三胺)

腐 胺: $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_4\text{NH}_2$ (二胺)

多胺的结构表明它们是多阳离子,根据这个特点人们认为多胺可通过稳定 DNA(多阴离子)保持细胞的完整性^[20]。有些人认为多胺的作用模式为稳定膜,抑制 RNase、蛋白酶^[19],可能类似于自由基的清除剂。本研究表明,外源多胺处理降低了水分胁迫下玉米叶片细胞的膜透性增加程度和膜脂过氧化程度,并延缓了水分胁迫下玉米叶片可溶性蛋白质和叶绿素含量的下降,说明多胺确有抑制蛋白酶和阻止叶绿素的破坏,减轻或抵御自由基的伤害,增强玉米耐旱性的良好效果。多胺增强玉米耐旱性效果的大小依次为精胺(四胺)、亚精胺(三胺)、腐胺(二胺)。经多胺处理后,增强玉米耐旱性的效果在两品种间存在较大差异,即耐旱性较弱的品种丹玉 13 明显高于耐旱性较强的品种掖单 13。

目前,多胺作为植物体内一种新的生长调节物^[6,21]已经受到人们的高度重视。我们在掌握了众多的有关多胺资料(下转第 58 页)

的基础上,比较谨慎地研究了外源多胺与玉米耐旱性的关系,证明外源多胺有助于增强玉米的耐旱性,虽然尚有许多工作要做,但本研究结果已展示了多胺广阔的应用前景。

参 考 文 献

- [1]王万里等,植物生理学报,1988,14(2):123-129
- [2]王隆华等,植物生理学报,1985,11(2):196-203
- [3]王万里,植物生理实验手册,上海植物生物学会主编,上海科技出版社,上海,1985,357-369
- [4]华东师大植物生理教研组主编,植物生理学实验指导,高等教育出版社,北京,1980,1-5
- [5]张宪政等,植物生理学实验技术,辽宁科学技术出版社,沈阳,1989,306-311
- [6]潘瑞炽,植物生理学通讯,1985(6):63-67
- [7]崔徵等,植物生理学通讯,1986(2):66-70
- [8]Heath R. L., Arch, Biochem. Biophys., 1966, 125: 189-198
- [9]Arnon D. I., Plant Physiol., 1949, 24: 1-5

- [10]Bradford M. M., Anal. Biol. chem., 1976, 72: 248-254
- [11]Smith T. A., Phytochemistry, 1975, 14: 865-890
- [12]Galston A. W., Bioscience, 1983, 33: 282-288
- [13]Goren R., et al., plant cell physiol., 1982, 23: 19-26
- [14]Hung D. F., Science, 1983, 221: 368-370
- [15]Villanueva V. R., et al., phytochemistry, 1978, 17: 1245-1249
- [16]Chatterjee S., et al., Phytochemistry, 1983, 22: 1553-1556
- [17]Kaur-Sawhney R., et al., Plant physiol., 1978, 62: 158-160
- [18]Kaur-Sawhney R., et al., plant physiol, 1980, 65: 368-371
- [19]Kaur-Sawhney R., et al., plant physiol., 1982, 69: 405-410
- [20]Jänne J., Role of polyamines in Growth Control. Zn: K. Kostrup and J. Nielson (Editors), FEBS 48-Growth Factors. Pergamon Press, Oxford, Coll. 1977, B3, PP: 22-23
- [21]Gaoston AW., Zn: Plant Growth Substance (P. F. Wareing, ed), 1982, 451-456