

磷钙锌对烟草生长、抗逆性保护酶 及渗透调物的影响

S572.062
S572.01

汪邓昆 周冀衡 朱显灵

王 军 ✓

(合肥经济技术学院烟草科学系 合肥 230052) (广东省南雄烟草研究所)

摘 要 本文就盆栽条件下研究了磷钙锌交互作用对烤烟(NC89)的生长、发育及抗旱抗寒能力的影响及其机理。结果表明:低磷水平下烟株的生长发育不良。增施磷肥可改善叶片的生长,但高磷水平下根/冠比值下降,养分吸收不平衡,烟株抗逆性下降。配施钙、锌可促进烟株根茎叶协调生长;逆境胁迫下钙可提高叶片细胞膜结构的稳定性,表现为细胞中电解质渗出下降10~24%;锌能增加叶片中SOD活性,减轻了烟株受活性氧自由基的伤害,表现为MDA含量明显降低;同时也很显著地提高根干重,根/冠比值增加。磷钙锌配合施用的交互作用能增加叶片中渗透调节物质的含量,烤烟的抗逆性显著地提高。

关键词 烤烟;交互作用;抗逆性;钙;磷;锌;生长;施肥

干旱和低温在烤烟生产中常常会发生,对烤烟的生长发育和烟叶品质产生不良影响。作物对轻度干旱和低温胁迫会产生一定的适应性调节反应^[1,2];严重逆境胁迫时自身调节能力下降^[3]。磷是作物生长发育的必需元素,在提高作物抗逆性方面有一定的作用;但施磷过多也会导致一些不良影响,造成作物抗逆性下降。钙作为细胞代谢的调节物质,对作物的生长、发育及增强抵抗环境胁迫的能力有重要作用。锌是SOD—Cu—Zn组分,缺锌影响SOD活性,使植物体内自由基积累^[4,5]。锌在高温供水不足条件下能增加光合强度,提高光合作用效率,此外锌还能提高作物的抗冻能力^[6]。国内外有关磷钙锌营养的交互作用对逆境条件下烤烟生理的影响研究尚少。本试验就此做进一步探讨,为提高烤烟抗旱和抗低温胁迫的调节能力、合理施肥提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试烤烟品种为NC89,待幼苗生长至4叶时移栽到钵钵内。供试钵钵为直径8cm,高10cm塑料盆。每盆装土800g,试验用土为黄棕壤,其基本农化性状为有机质8.9g/kg,全氮0.42g/kg,有效磷7.1mg/kg,有效钾76mg/kg,缓效钾552mg/kg,有效锌0.34mg/kg,交换性钙802mg/kg,pH6.8。

1.2 方法

1.2.1 施肥处理

试验设5个处理:(1)低磷(P₁)(对照);(2)高磷(P₂);(3)低磷和钙(P₁Ca);(4)高磷和钙(P₂Ca);(5)高磷、钙和锌(P₂CaZn)。以上各处理均施N、K,其用量为N(NH₄NO₃)0.2g/kg和K为K₂O(KNO₃)0.4g/kg。磷肥用K₂HPO₄,P₁为P₂O₅0.10g/kg,P₂为0.30g/kg。锌肥用Zn(NO₃)₂,用量为Zn0.02g/kg。钙肥用Ca(NO₃)₂,用量为Ca0.05g/kg。每处理重

复16盆。幼苗于1997年4月26日移栽时按处理把供给的肥料一同施入,然后将钵钵移入温室中(28℃,土壤含水量为17.2%),培养30天后,测定烟株的生物学性状。

1.2.2 干旱及低温处理

移栽30天后进行正常处理:28℃,土壤含水量为17.2%;干旱处理:停止灌水(自然干旱1周),28℃;低温处理:8℃,土壤含水量17.2%。培养1周后分别测定烟叶的生理生化指标。

1.2.3 测定与分析

相对含水量、水势、相对电导率、无机磷(Pi)、钾、可溶性蛋白质(考马司亮兰)、根系活力(TTC比色法)均按白宝璋(1993)方法测定^[7],相对电导率=浸泡液电导率/煮沸后电导率;根据Giannopolitis & Ries(1997)方法^[8]测定超氧化物歧化酶(SOD)活性和丙二醛(MDA)含量。

2 结果与分析

2.1 磷、钙、锌交互作用对烤烟生物学性状的影响

从表1中的数据分析,在低磷水平下如处理(1)地上部生长受到抑制,根茎重相对较高,根/冠比值大。增施磷肥烟叶鲜、干重,总生物重,最大叶面积均有不同程度提高,与对照相比处理(2)叶片的鲜、干重提高分别达26.1%和41.7%,总生物干重增加了17.5%,这说明增施磷肥对促进烤烟叶片光合作用,干物积累及叶片生长有明显的作用;但使根、茎的鲜、干重有所下降,这可能是烟株吸收较多的磷后造成与其它的营养不平衡所致。

表1 磷钙锌交互作用对烤烟生物学性状的影响

处理	根		茎		叶		根/冠	总生物重 (g/株)	最大叶面 长×宽 (cm ²)
	鲜重	干重	鲜重	干重	鲜重	干重			
(1)	3.24	0.36bc	3.49	0.39	8.35	0.79b	0.305	1.54c	133.5
(2)	3.05	0.34b	3.08	0.35	10.53	1.12c	0.231	1.81b	138.4
(3)	3.50	0.43a	4.85	0.38	9.22	1.16c	0.279	1.79b	178.0
(4)	3.42	0.38b	3.13	0.31	11.55	1.45a	0.216	2.14a	144.1
(5)	3.94	0.43a	3.74	0.29	12.20	1.37b	0.256	2.09a	143.0

施磷时配合施钙,显著提高烟株根和叶鲜重、总生物重和最大叶面积。与对对比,低磷施钙根干重、叶干重、总生物重分别增加19.4%、46.8%和16.2%。高磷水平下,叶干重比对照提高83.5%,总生物干重提高39.0%。磷、钙及锌配合使根鲜干重显著增加,比对照分别提高21.6%和19.4%,总生物干重提高35.7%。以上表明配施钙锌有促进烤烟根系与茎叶协调生长,使根/冠比值适中。

表2 磷钙锌交互作用对烤烟根系活力的影响

2.2 逆境条件下磷钙锌交互作用对烤烟根系活力的影响

从表2中数据分析,低温胁迫比干旱胁迫时对烤烟根系活力的影响更大,这表明低温对烟株根细胞中酶活性、物质运输以及叶片光合作用抑制严重。以致根系活力下降更为明显。

处理	正常条件			干旱胁迫			低温胁迫		
	正常条件	干旱胁迫	低温胁迫	正常条件	干旱胁迫	低温胁迫	正常条件	干旱胁迫	低温胁迫
(1)	66.30c	78.45d	8.11d	66.30c	78.45d	8.11d	66.30c	78.45d	8.11d
(2)	72.40b	111.21c	14.34c	72.40b	111.21c	14.34c	72.40b	111.21c	14.34c
(3)	68.93bc	120.85b	14.78c	68.93bc	120.85b	14.78c	68.93bc	120.85b	14.78c
(4)	81.43a	143.51a	16.56bc	81.43a	143.51a	16.56bc	81.43a	143.51a	16.56bc
(5)	86.15a	149.34a	19.68a	86.15a	149.34a	19.68a	86.15a	149.34a	19.68a

磷能提高逆境中根系活力。与对对比,处理(2)在正常条件下、干旱和低温胁迫时分别

提高9.2%、41.8%和76.8%。这表明在逆境胁迫条件下增施磷肥能有效地促进光磷酸化,形成更多的ATP,为根系提供更多的能量,达到提高根系活力的作用。配合施钙根系活力在低磷水平下干旱和低温胁迫时分别比对照提高54.0%和82.2%;在高磷水平下正常条件、干旱和低温胁迫时根系活力分别比对照提高22.7%、82.9%和104.2%。这表明施钙更有效地改善根系细胞膜结构,提高根系的吸收能力,同时又改善了光合产物运输能力,进而提高了根系活力。

磷、钙、锌交互作用对根系活力的提高最为显著。与对照相比,处理(5)在正常条件、干旱和低温胁迫时分别提高30.0%、90.4%和142.7%。锌单效应在低温胁迫时提高18.8%,可见锌抗低温胁迫效应提高。

2.3 干旱胁迫下磷钙锌对烤烟叶片水分变化的影响

正常条件下分别施磷、钙、锌肥或三者相互配合施用均能提高烟叶RWC(相对含水量),但效应不大(表3)。在干旱胁迫条件下,增施磷肥或钙肥对提高RWC有一定的作用;但磷与钙、锌配合的交互作用对提高烟叶RWC最为显著,比对照增加11.5~15.0%。干旱胁迫时增施磷、钙分别提高叶片水势11.1%和29.2%;磷钙和磷钙锌配合极显著地提高烟叶水势(分别提高33.3%和44.5%)。这表明磷、钙、锌均对提高叶片水势有重要作用,提高了干旱胁迫条件下烤烟叶片保水能力。

表3 磷钙锌交互作用对烤烟叶片相对含水量及水势的影响

处理	相对含水量(%)		干旱条件下水势 (Pa×10 ⁵)
	正常条件	干旱胁迫	
(1)	91.2b	78.2d	-11.13a
(2)	92.7ab	80.2c	-9.89b
(3)	92.9ab	84.5bc	-7.42c
(4)	94.4a	87.2ab	-6.18d
(5)	93.8a	89.9a	

2.4 逆境条件下磷钙锌对烤烟叶片细胞膜透性的影响

2.4.1 对相对电导率的影响

在正常条件下增施磷可使相对电导率有所上升(增加0.19~4.96百分点),这可能是因为烟株对磷的吸收多所造成。磷、钙配合使相对电导率下降0.21~5.02%;磷、钙和锌配合的交互作用使相对电导率极显著降低。在干旱胁迫时增施磷肥和配施钙肥可使叶片相对电导率分别下降1.80~3.17%和5.45~6.82%;磷钙锌配合可使相对电导率下降5.98%。这充分表明钙对稳定细胞膜结构,减少电解质外渗,提高烤烟抗旱能力有显著效应。在低温胁迫时,增施磷和施钙相对电导率下降2.29%和2.59~5.03%,配施锌可使相对电导率进一步下降(表现为细胞中电解质渗出下降10~24%,这反映了磷、钙、锌综合施用对提高烤烟抗寒性有良好的效果。

2.4.2 对SOD活性和MDA含量的影响

从表4中数据分析可知:增施适量磷肥,干旱胁迫时SOD活性上升25.0%;MDA含量下降11.3%,低温胁迫时SOD活性上升7.5%左右;MDA含量上升12.9%。由此可见干旱胁迫时SOD活性和MDA含量变化一致,但低温胁迫时SOD虽然上升,可MDA含量上升幅度更大,说明膜脂氧化加剧。这可能是低温胁迫时大大地降低了保护酶活性。比较处理(3)处理(4);在相同钙水平上增施磷,干旱胁迫时SOD活性变化不大,MDA则下降了6%左右;而低温胁迫时SOD活性下降了7%左右,MDA含量上升14.0%。这进一步表明施用过多的磷影响其他离子(如钙、锌)的吸收。配施钙肥,干旱胁迫时,干旱胁迫时SOD活性上升10.0~37.5%,MDA含量下降8.4~13.1%;低温胁迫时SOD活性上升19.5~42.9%,但MDA含量下降2.3~4.0%,可见钙的抗旱作用更显著。根据研究钙能显著提高烤烟叶

片中CAT活性^[3],因此施钙肥其结果是减轻了逆境下细胞膜脂过氧化作用。磷钙施锌配合的交互作用极显著的提高SOD活性,与对照相比处理(5)在干旱及低温胁迫时SOD活性均提高2倍多;相应地MDA含量极显著地降低,可下降28.9~57.3%。锌单效应为干旱胁迫条件下提高SOD活性81.8%,MDA含量下降11.9%;低温胁迫时SOD活性提高55.6%,MDA含量下降61.2%,这充分说明了锌能极显著地提高SOD含量。

表4 磷钙锌交互作用对烟草叶片中SOD、MDA含量的影响

处理	SOD(U·g ⁻¹ FW)		MDA(μmol·g ⁻¹ FW)	
	干旱胁迫	低温胁迫	干旱胁迫	低温胁迫
(1)	45.71d	40.00e	16.56a	5.20ab
(2)	57.14c	43.01c	14.68b	5.87a
(3)	62.85b	57.14b	14.39b	4.99b
(4)	62.85b	51.43b	13.44c	5.73a
(5)	114.28a	80.00a	11.83d	2.22c

2.5 逆境条件下磷钙锌对烤烟叶片中渗透调节物质的影响

增施磷肥干旱胁迫时叶片中K⁺含量下降(表5),这可能是与烟株吸收水分有关,而无机磷(Pi)含量上升极显著,增加近3倍多,可溶性蛋白质含量略有提高,脯氨酸增加20.6%;低温胁迫时K⁺含量略有增加,Pi含量上升近2倍,可溶性蛋白质含量上升12.9%,脯氨酸增加35.8%。因此增施适量磷肥对提高烟株抗逆性有一定的作用,并表明其抗寒效应比干旱的效应大。

表5 磷钙锌交互作用对烟草叶片中渗透调节物质的影响(mg·g⁻¹FW)

处理	K		Pi		可溶性蛋白质		脯氨酸	
	干旱	低温	干旱	低温	干旱	低温	干旱	低温
(1)	3.71	3.85	0.067	0.045	4.46	3.55	2.09	0.92
(2)	3.27	3.59	0.740	0.112	4.73	4.08	2.52	1.25
(3)	3.74	4.00	0.032	0.042	4.61	4.74	3.89	1.02
(4)	4.87	3.88	0.176	0.198	5.13	4.46	4.02	1.13
(5)	5.76	3.73	0.191	0.140	7.23	5.26	4.58	1.04

配施钙肥,在低磷水平下干旱胁迫条件时Pi含量下降52.2%,K⁺及可溶性蛋白质含量增加,但上升幅度不大;脯氨酸含量增加显著(86.1%)。低温胁迫时K⁺含量上升11.7%,Pi含量下降6.7%,可溶性蛋白质含量上升33.5%。在高磷水平下,干旱胁迫时K⁺含量上升48.9%,Pi含量下降26.7%,可溶性蛋白质含量上升8.5%,脯氨酸增加92.3%;低温时K⁺含量上升8.1%,Pi含量上升76.8%,可溶性蛋白质含量上升9.3%,脯氨酸上升22.8%。由此可见在逆境条件下配施钙,反而促进烟株对K⁺的吸收,高磷水平促进叶片中Pi的吸收与转化,并且烟叶中脯氨酸含量显著提高,因此配施钙肥对提高烟株抗逆能力有一定的调节效应。

磷、钙和锌配合效应对提高烤烟烟叶中调节物质的含量有显著作用,与对照相比干旱胁迫时K⁺含量上升55.6%,Pi上升近2倍,可溶性蛋白质上升62.1%,脯氨酸增加11.9%。低温胁迫时K⁺含量上升4.2%,Pi含量上升3倍多,可溶性蛋白质上升48.2%,脯氨酸13.0%。这也进一步表明锌在提高烤烟的抗旱、抗寒力上有显著效应。

3 结论

施磷肥能够促进烤烟生长与发育,特别是对提高叶重及增加叶面积有一定效果。但在正常条件下,单一地增施磷肥可能造成烟株对其他养分吸收的不平衡,影响烟株正常的生理代谢活动,根重及根/冠比值显著下降,在某种程度上降低了烤烟的抗逆性。施钙肥可以增

(下转第46页)

环境中(pH5.5~6.5)生长较好,NC82、中烟90则适合在偏碱性环境中(pH7.5~8.5)生长。烤烟对主要营养元素氮、磷、钾的吸收和体内含量基本与最适合生长的根际pH相一致,而在中性偏碱的根际环境中对氮素的吸收相对较高,弱酸性的根际环境对磷素、钾素的吸收有利,过碱或过酸的根际环境均不利于烤烟对氮、磷、钾的吸收。烤烟品种在不同根际环境下对养分的吸收和要求不同。同等养分条件下,在偏酸的根际pH中对氮肥的施用量应相对增大;而在碱性环境中应比酸性条件下增大对磷、钾肥的施用量。这样既可以满足烤烟对营养元素的吸收平衡,又不会引起肥料不足或过剩对烟叶的产质量造成的不利影响。由于本试验是采用水培方式进行的,所得出的结论与土壤实际状况可能存在一定的差异。但烤烟品种对根际pH适应能力的差异性,应在我国烤烟生产中应引起重视。如在偏碱性的土壤中可选种NC82、中烟90,在酸性的土壤选种K326、红大,在呈中性的土壤上则选种NC89或S791。并应根据不同品种在该根际pH下对主要养分吸收的规律,配合相应的施肥技术。这样无论是在北方或南方烟区,只要选用适宜的良种、完善管理,都有可能生产出优质烟叶。

参 考 文 献

- 1 朱尊权. 烤烟质量. 烟草科技, 1979, 3: 2~4
- 2 中国农业科学院烤烟研究所主编. 中国烟草栽培学. 上海科学技术出版社, 1987, 125
- 3 曹志洪主编. 优质烤烟生产的土壤与施肥. 江苏科学技术出版社, 1991, 38~39, 42~43
- 4 李念胜. 土壤pH值与烤烟质量. 中国烟草, 1996, (2): 12~15
- 5 周冀衡, 朱小平, 王彦亭等编著. 烟草生理与生物化学. 中国科学技术出版社, 1996, 210~220
- 6 陈建军, 陈建勋, 吕永华. 根际pH值对烟草无机营养的影响. 植物生理学通讯, 1996, 32(5): 341~344
- 7 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海科学技术出版社, 1980, 375



(上接第37页)

强逆境下烤烟叶片细胞膜结构的稳定性, 促进细胞伸长和根系生长, 提高CAT酶活性^[3], 对增强烤烟抗逆性有显著效应。施适量锌肥有明显的增加SOD活性的效果; 并极显著地提高烤烟叶片的相对含水量, 增强保水力。磷、钙和锌配合可显著提高叶片中渗透调节物质的含量, 如K⁺、可溶性蛋白质和脯氨酸含量。因此, 磷钙锌配合施用的交互作用增强烤烟对逆境(干旱和低温)胁迫的调节能力, 提高烟株根系活力, 维持其良好的生长有显著的作用。

参 考 文 献

- 1 汪耀富等. 烤烟生长前期对干旱胁迫的生理生化研究. 作物学报, 1997, 22: (1)
- 2 汪邓民. 烟草生长、发育及优质烟叶形成的生理基础. 见: 周冀衡编著. 烟草生理生物化学. 中国科学技术大学出版社, 1996, 275~321
- 3 汪邓民等. K、Ca、Zn离子对烤烟种子萌发及幼苗抗旱性的影响. 中国烟草科学, 1998, 19(1): 14~18
- 4 Wallace, A. E. Frolich, Q. R. Lunt. Nature, 1996, 209: 634
- 5 Tsui, C. Am. J. Bot. 1948, 35: 309~311
- 6 张福锁. 环境胁迫与植物营养学. 北京农业大学出版社, 1993
- 7 白宝璋, 汤学军. 植物生物学测试技术. 中国科学技术出版社, 1990
- 8 C. N. Giannopolitis, S. K. Ries. Plant physiol., 1977, 59: 309~314