

96-101

18

第20卷 第3期  
1992年8月西北农业大学学报  
Acta Univ. Agric. Boreali-occidentalisVol.20 No.3  
Aug. 1992渗透胁迫下高粱幼苗根抗氰呼吸的研究<sup>1)</sup>范汉理<sup>2)</sup> 高俊凤<sup>✓</sup> 王韶唐

(西北农业大学基础课部, 陕西杨陵·712100)

S514.01

**摘要** 用呼吸抑制剂和氧肟酸滴定法, 在渗透胁迫下测定了两个抗旱性不同的高粱品种三尺三(抗旱性弱)和 3197B(抗旱性强)幼苗根中抗氰呼吸的变化。结果表明: 正常供水条件下, 三尺三根中电子传递以交替途径为主, 3197B 根中则以细胞色素途径为主。水分胁迫下, 三尺三幼苗根中交替途径下降, 细胞色素途径上升, 转变成以细胞色素途径略占优势, 而 3197B 交替途径运行量增大, 细胞色素途径运行量减小, 转变成以交替途径为主。

**关键词** 高粱, 水分胁迫, 抗氰呼吸, 交替途径, 细胞色素途径

**中图分类号**

抗氰呼吸普遍存在于多种植物中, 与某些植物的开花, 种子萌发, 组织分化以及植物所处外界环境有关<sup>[1-4]</sup>。文献〔1,5,6〕对高等植物抗氰呼吸的研究作了专门评述。但有关抗氰呼吸与植物抗旱性的研究报道极少。我们选用抗旱性不同的两个高粱品种研究了渗透胁迫下抗氰呼吸的变化。

## 1 材料与方方法

选用三尺三和 3197B 两个高粱品种, 种子用 1% HgCl<sub>2</sub> 消毒后在 27℃ 培养箱中萌发, 48 h 后挑选出发芽整齐的种子移入石英砂培养盘中, 然后置于 27℃ 条件下培养, 光强 3 000 lx。渗透胁迫参照 Mexal (1975) 的方法配制成 -1.0 MPa 和 -1.6 MPa PEG(聚乙二醇)溶液。将培养 6 d 苗龄的高粱幼苗根部浸入 PEG 溶液培养皿中, 以水为对照, 分别在不同时间取样, 测定呼吸速率。

用 Warburg 计测定呼吸速率, 以 O<sub>2</sub> μg<sup>-1</sup> DW h<sup>-1</sup> 表示。

选用交替途径抑制剂 SHAM(水杨基氧肟酸 3 m mol/L)和细胞色素途径抑制剂 KCN (1 m mol/L)。用 Bahr<sup>[7]</sup> 提出的氧肟酸滴定法和 Theologis 等<sup>[8]</sup> 的修改公式确定交替途径与细胞色素途径的实际运行量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 KCN 和 SHAM 对高粱幼苗根呼吸的抑制

分别或共同加入 KCN 和 SHAM 对高粱幼苗根呼吸抑制结果见表 1。高粱幼苗根对 KCN 有明显抵抗性, 3197B 氰不敏感呼吸约占对照总呼吸的 60%~63%, SHAM 抑制总呼吸的 33%~35%, 不被 KCN 和 SHAM 共同抑制的剩余呼吸占总呼吸的 76%~81%, SHAM 抑制总呼吸的 51%~57%, 不被 KCN 和 SHAM 共同抑制的剩

文稿收到日期: 1991-06-04

1) 国家自然科学基金资助项目; 2) 现在西北水土保持研究所工作。

余呼吸为 20%~25%。以上结果证明高粱幼苗根中有抗氰途径运行, 三尺三具有较高的抗氰呼吸。

表 1 渗透胁迫下分别和共同加入 KCN 和 SHAM 对高粱幼苗根呼吸抑制效应

品种	相对呼吸(占对照%)								
	正常根(H <sub>2</sub> O)				胁迫时间 (h)	胁迫根(-1.6 MPa PEG)			
	CK(H <sub>2</sub> O)	KCN	SHAM	KCN+ SHAM		CK (H <sub>2</sub> O)	KCN	SHAM	KCN+ SHAM
3197B	100(4320.0)	60.7	66.4	29.5	4.0	100( 920.1)	75.0	56.4	28.0
	100(4934.2)	59.8	64.9	27.2	10.0	100( 996.7)	78.9	53.4	24.1
	100(4458.3)	62.5	66.7	30.4	15.0	100( 980.8)	75.9	43.7	22.3
三尺三	100(5469.5)	79.8	45.6	21.7	4.0	100(3352.8)	72.2	44.8	18.5
	100(5634.2)	78.1	48.9	23.8	10.0	100(1977.6)	63.3	51.2	21.0
	100(5378.6)	75.9	45.3	20.6	15.0	100(1834.1)	59.1	50.0	19.8
	正常根(H <sub>2</sub> O)				胁迫时间 (h)	胁迫根(-1.0 MPa PEG)			
	CK(H <sub>2</sub> O)	KCN	SHAM	KCN+ SHAM		CK (H <sub>2</sub> O)	KCN	SHAM	KCN+ SHAM
3197B	100(4372.8)	61.7	67.0	30.4	4.0	100(2269.5)	63.5	61.2	27.6
	100(5005.5)	59.6	65.5	27.9	10.0	100(2657.9)	60.6	57.8	17.8
	100(4662.3)	63.1	66.4	31.6	15.0	100(2264.3)	65.9	53.1	20.5
三尺三	100(5102.0)	81.2	44.2	23.2	4.0	100(3265.3)	72.8	46.2	19.0
	100(5472.8)	79.9	49.6	24.8	10.0	100(2566.7)	66.9	53.0	18.3
	100(5263.7)	77.8	43.2	22.9	15.0	100(2484.5)	60.7	53.4	17.1

注: 括号内数字是呼吸速率(O<sub>2</sub>μg<sup>-1</sup>DWh<sup>-1</sup>)

在-1.0 MPa PEG 溶液渗透胁迫下, 3197B 幼苗根中氰不敏感呼吸有所增加, 随着胁迫强度增加, 氰不敏感呼吸上升(表 1)。如-1.6 MPa PEG 溶液处理 4 h, 氰不敏感呼吸占总呼吸由原来 60%左右上升到 75%~79%, SHAM 抑制总呼吸的 43%~57%。KCN 和 SHAM 共同抑制后的剩余呼吸约占总呼吸的 22%~28%。渗透胁迫下三尺三幼苗根中氰不敏感呼吸随胁迫强度的增加而降低(表 1), 如-1.6 MPa PEG 溶液胁迫 4 h, 氰不敏感呼吸由 79.8%降至 72.2%, 胁迫 15 h, 又降至 59.1%, SHAM 抑制总呼吸的百分率降至 50.0%, 剩余呼吸约占总呼吸的 18%~21%, 正常供水条件下, 三尺三幼苗根中氰不敏感呼吸占总呼吸百分比显著高于 3197B, 而-1.6 MPa PEG 溶液胁迫下发生了明显改变, 3197B 氰不敏感呼吸高于三尺三。

## 2.2 两个高粱品种幼苗根中交替途径和细胞色素途径的贡献

表 1 的结果只能表明高粱幼苗根中交替途径最大容量, 而不能表示其实际运行量。我们采用氧肟酸滴定法来测定计算交替途径在总呼吸中的比例。

根据图 1 中的试验数据, 从各点呼吸速率分别减去剩余呼吸  $V_{res}$ , 得到无 KCN 时不同浓度 SHAM 抑制下的总呼吸  $V_T$  以及有 KCN 存在时不同浓度 SHAM 抑制下的呼吸即交替途径的最大容量  $g(i)$ 。以  $V_T$  对  $g(i)$  作图(图 2), 得一直线, 直线斜率  $\rho$  代表交替途径占它最大容量的份数,  $\rho \cdot V_{alt}$  可计算出交替途径实际运行量。直线在  $V_T$  轴上截距为细胞色素途径的运行量  $V_{cyt}$ 。

由表 2 看出, 正常水分条件下, 3197B 幼苗根中交替途径运行量( $\rho \cdot V_{alt}$ )占总呼吸 28%~30%, 细胞色素途径约占总呼吸的 39%~43%。3197B 幼苗根中电子传递以细胞色素途径为主。三尺三幼苗根中交替途径运行量占总呼吸的 47%~52%, 细胞色素途径运行量约占总呼吸的 26%~31%, 以交替途径为主。

表 2 渗透胁迫下高粱幼苗根中各呼吸成分的贡献

品种	正常根(H <sub>2</sub> O)						胁迫根(-1.6 MPa PEG)						
	V <sub>T</sub>	V <sub>alt</sub>	ρ	ρV <sub>alt</sub>	V <sub>cyt</sub>	V <sub>res</sub>	胁迫时间(h)	V <sub>T</sub>	V <sub>alt</sub>	ρ	ρV <sub>alt</sub>	V <sub>cyt</sub>	V <sub>res</sub>
三尺三	5469.5	3177.8	0.88	2796.5	1486.1	1180.9	4.0	3352.8	1800.4	0.93	1674.4	1076.1	620.3
	(100)			(51.1)	(27.2)	(21.7)		(100)			(49.9)	(32.0)	(18.5)
	5634.2	3059.4	0.88	2692.3	1601.0	1340.9	10.0	1977.6	836.5	0.95	794.7	767.6	415.3
	(100)		(47.8)	(28.4)	(23.8)		(100)			(40.2)	(38.8)	(21.0)	
	5378.6	2974.4	0.88	2617.5	1653.1	1108.0	15.0	1834.1	720.8	0.98	706.4	764.5	363.2
	(100)			(48.7)	(30.7)	(20.6)		(100)			(38.5)	(41.7)	(19.8)
3197B	4320.0	1347.8	0.92	1240.0	1805.6	1274.4	4.0	920.1	432.4	0.75	324.3	338.2	257.6
	(100)			(28.7)	(41.8)	(29.5)		(100)			(35.3)	(36.7)	(28.0)
	4934.2	1608.2	0.92	1479.9	2112.2	1342.1	10.0	996.7	546.2	0.80	437.0	339.5	240.2
	(100)		(30.0)	(42.8)	(27.2)		(100)			(43.8)	(34.1)	(24.1)	
	4458.3	1431.1	0.92	1316.6	1786.4	1355.3	15.0	980.8	525.7	0.87	457.4	304.7	218.7
	(100)			(29.5)	(40.7)	(30.4)		(100)			(46.6)	(31.1)	(22.3)
	正常根(H <sub>2</sub> O)						胁迫根(-1.0 MPa PEG)						
	V <sub>T</sub>	V <sub>alt</sub>	ρ	ρV <sub>alt</sub>	V <sub>cyt</sub>	V <sub>res</sub>	胁迫时间(h)	V <sub>T</sub>	V <sub>alt</sub>	ρ	ρV <sub>alt</sub>	V <sub>cyt</sub>	V <sub>res</sub>
三尺三	5102.0	2959.1	0.87	2574.4	1343.9	1183.7	4.0	3265.3	1756.7	0.90	1581.1	1063.8	620.4
	(100)			(50.5)	(26.3)	(23.2)		(100)			(48.4)	(32.6)	(19.0)
	5472.8	3015.5	0.87	2623.5	1492.0	1357.3	10.0	2566.7	1247.4	0.92	1147.6	949.4	469.7
	(100)		(47.9)	(27.3)	(24.8)		(100)			(44.7)	(37.0)	(18.3)	
	5263.7	2889.8	0.87	2514.1	1544.2	1205.4	15.0	2484.5	1083.3	0.95	1029.1	1030.6	424.8
	(100)			(47.8)	(29.3)	(22.9)		(100)			(41.4)	(41.5)	(17.1)
3197B	4372.8	1368.7	0.92	1259.2	1784.3	1329.3	4.0	2269.5	814.7	0.91	741.4	901.7	626.4
	(100)			(28.8)	(40.8)	(30.4)		(100)			(32.7)	(39.7)	(27.6)
	5005.5	1586.8	0.92	1459.9	2149.1	1396.5	10.0	2657.9	1137.6	0.86	978.3	1206.5	473.1
	(100)		(29.2)	(42.9)	(27.9)		(100)			(36.8)	(45.4)	(17.8)	
	4602.3	1449.8	0.92	1333.8	1814.2	1454.3	15.0	2264.3	1028.0	0.89	914.9	885.2	464.2
	(100)			(29.0)	(39.4)	(31.6)		(100)			(40.4)	(39.1)	(20.5)

注: 括号内数字是占总呼吸%

胁迫条件下, 两品种电子传递途径都发生了显著改变, 3197B 幼苗根随胁迫程度加剧和胁迫时间延长, 交替途径运行量逐渐增加。如-1.6 MPa PEG 溶液胁迫处理 15 h, 交替途径运行量上升到占总呼吸的 46.6%, 同时细胞色素途径运行量减小到 31.1%, 电子传递途径由以细胞色素途径为主转变为以交替途径为主。三尺三幼苗根随胁迫时间延长和胁迫程度加剧, 交替途径运行量逐渐降低。如-1.6 MPa PEG 溶液处理 15 h, 交替途径运行量降至占总呼吸的 38.5%, 细胞色素途径运行量占总呼吸由 30.7% 增高至 41.7%, 转变为以细胞色素途径略占优势。以上结果表明: 正常供水条件下, 两品种呼吸途径有显著的差异, 渗透胁迫下呼吸途径又发生不同的规律性变化, 而且随着胁迫程度加剧, 这种规律变化就愈加明显, 品种间差异极为显著。试验中抗旱的高粱品种 3197B 在渗透胁迫下交替途径运行量增加, 细胞色素途径运行量减少。这一结果与李勤报等<sup>(9)</sup>及杨根平等<sup>(10)</sup>结果一致。说明电子传递的细胞色素途径对渗透胁迫敏感而抗氰的交替途径相对不太敏感。据文献报道<sup>(12)</sup>, 抗旱性弱的高粱品种在正常水分供应下, 其生长优于抗旱品种, 而干旱条件下, 抗旱品种又明显好于抗旱性弱的品种。本试验中生长状况好的总是伴随着相对较高的交替途径运行。渗透胁迫下交替途径相对升高, 可能对高粱抗旱有一定积极作用。高粱幼苗根中交替途径运行程度与高粱抗旱性的关系仍需深入研究。

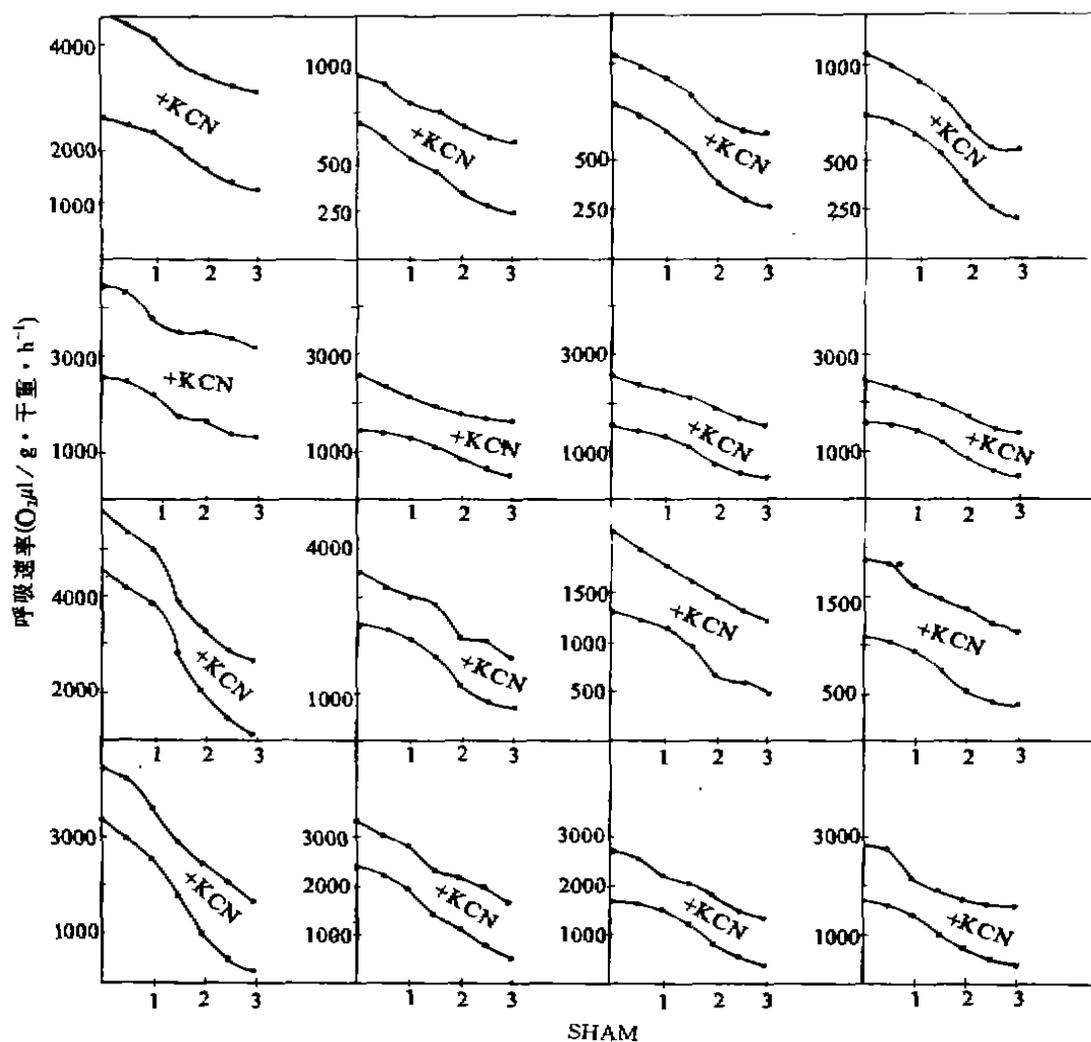


图1 在有无 KCN 存在时, SHAM 对高粱幼苗根呼吸抑制效应 KCN(1 m mol/L)

注: 从上向下前两排是玉米品种 3197B, 后两排是三尺三, 1、3 排为-1.6 MPa PEG 处理, 2、4 排为-10 MPa PEG 处理; 从左向右分别是对照, 胁迫 4、10、15h

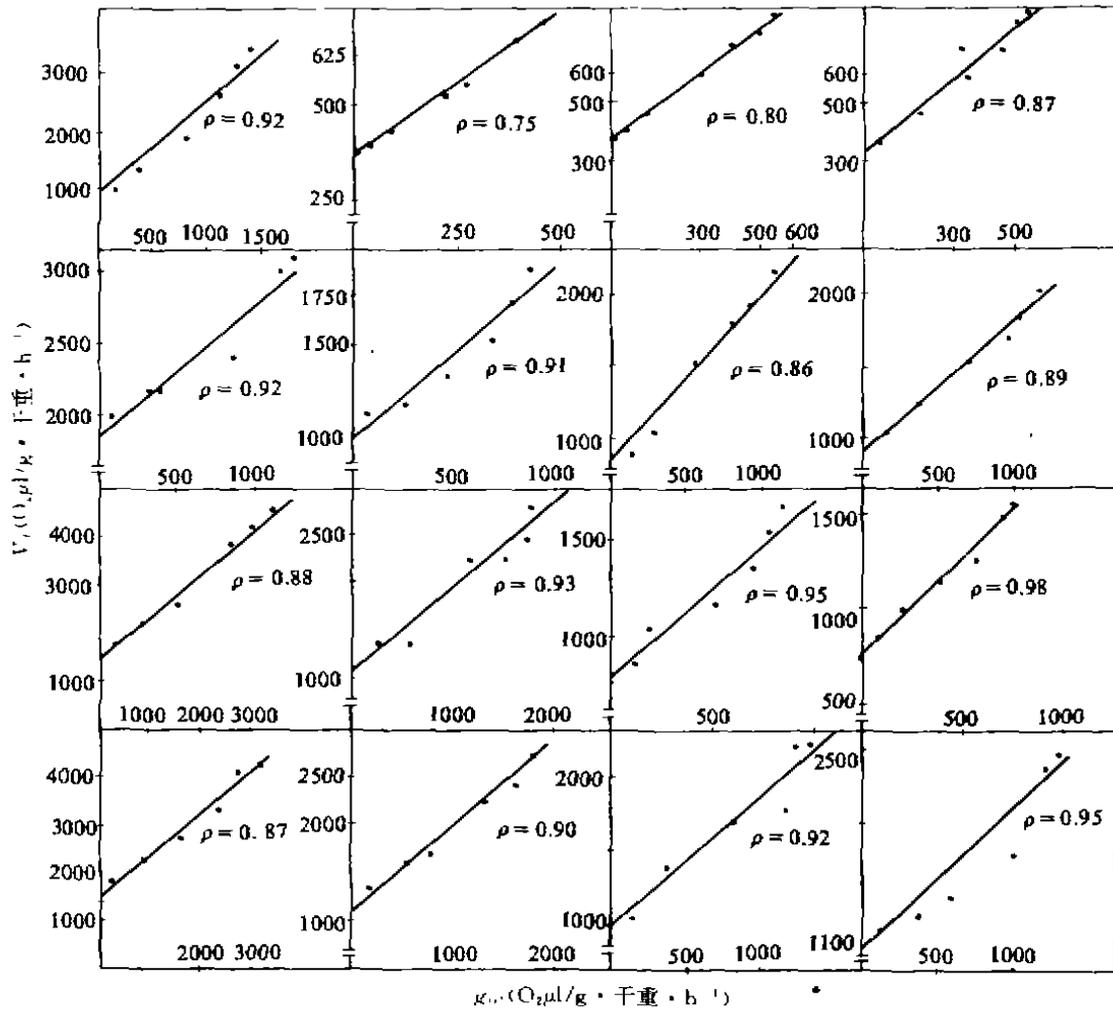


图 2 高粱根组织的  $V_T$  对  $g(i)$  作用

注: 从上向下前两排为玉米品种 3197B, 后两排为三尺三。1、3 排为 -1.6 MPa PEG 处理, 2、4 排为 -10 MPa PEG 处理; 从左向右分别是对照, 胁迫 4、10、15h

## 参 考 文 献

- 1 Sledow J N, Bermold D A. The alternative oxidase: A cyanide-resistant respiratory pathway in hight plant. *physiol plant*, 1986, 66: 569~573
- 2 Mecuse B J D. Thermogenic respiration in acoids. *Ann Rev plant physiol*, 1975, 26: 117~126
- 3 Yentur S, Leopold C. Respiratory transition during Seed germination. *Plant physiol*, 1976, 57: 274~276
- 4 柴厚果, 刘良寰. 柳叶烟草愈伤组织分化期间抗氰呼吸的改变. *植物学报*, 1985, 27(3): 271~276
- 5 Laties G G. The cyanide-resistant alternative path in higher plant respiration. *Ann Rev plant physiol*, 1982, 33: 519~555
- 6 Moller I M, Bercsi A. Measurement of the activity and capacity of the alternative pathway in intact plant tissues. Identification of problems and passible solutions. *physiol plant*, 1988, 72: 642~649
- 7 Bahr J T, Bonner W D. cyanide-insensitive respiration II control of alternate pathway. *J Biol chem*, 1973, 248: 3446~3450
- 8 Theologis A, laties G G. Relative contribution of cytochrome mediated and cyanide resistant electron transport in fresh and aged potato slices. *plant physiol*, 1978, 62: 232~237
- 9 李勤根, 柴厚果. 水分胁迫下小麦幼苗呼吸代谢的改变. *植物生理学报*, 1986, 12(4): 379~387
- 10 杨根平, 王韶唐. 渗透胁迫对小麦幼苗根系呼吸的影响. *植物生理学报*, 1989, 15(2): 179~183
- 11 牛天堂, 赵学孟, 余华盛. 中国高粱品种资源抗旱性与耐瘠性鉴定研究. *高粱研究*, 1984(1): 1~36

## A Study on Cyanide-Resistant Respiration of Sorghum Seedling Roots Under Osmotic Stress

Fan Hanli Gao Junfeng Wang Shaotang

(Basic Course Department, Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** The changes in cyanide resistant respiration of sorghum seedling roots of two different drought resistant cultivars—"San Chi San" (weak drought resistance) and "3197B" (strong drought resistance) under osmotic stress were determined using respiration inhibitor and hydrometric acid titration. The results showed that under normal water supply, electron transport in seedling roots of San Chi San was the alternative pathways in the main, while that in seedling roots of 3197B was mainly cytochrome pathway, and that under water stress, the alternative pathway in seedling roots of San Chi San decreased, but its cytochrome pathway increased, which became dominative, while the situation in 3197B was just opposite, i.e. the alternative pathway increased, and the cytochrome pathway decreased, and the alternative pathway was in the main.

**Key words** sorghum, water stress, cyanide-resistant respiration, alternative pathway, cytochrome pathway