



pH 对油菜种子萌发和幼苗 生长代谢的影响

马成仓 洪法水

(淮北煤炭师范学院生物系, 安徽淮北, 235000)

Effect of pH on Seed Germination and Seedlings Growth and Metabolism in Rape

Ma Chengcang Hong Fashui

(Department of Biology, Huaibei Teachers College Supported by Coal Industry, Huaibei 235000)

化学肥料的大量使用, 工厂污水灌溉以及酸性降雨都会导致土壤结构破坏, pH 发生变化, 进而影响农作物的生长发育, 关于 pH 对植物生长发育的影响已有报道, 但关于 pH 对油菜生长和体内代谢的影响未见报道, 本文研究 pH 对油菜种子萌发代谢和幼苗生长代谢的影响, 为揭示 pH 对植物的影响提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 发芽试验

将油菜种子皖油 9 号用 0.1% 的 HgCl_2 消毒后分别浸于盛 pH 3~11 0.05 mol/L 的磷酸盐缓冲液的培养皿中, 浸泡 10 小时后倒去缓冲液, 置培养箱中萌发, 温度 23 °C, 每天加少量相应缓冲液, 重复 5 次, 萌发 96 小时后统计出芽率, 幼苗鲜重, 测定子叶干重, 幼苗呼吸速率, 脂肪酶, 淀粉酶和蛋白酶活力。

1.2 砂基培养试验

将油菜种子皖油 9 号用 0.1% 的 HgCl_2 消毒后, 播种于装有 4 cm 厚石英砂的大搪瓷盘中, 分别用 pH 3~11 0.05 mol/L 的磷酸盐缓冲液灌溉至石英砂湿润, 重复 3 次, 置玻璃室中培养, 播后第七天加入培养液 [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , MgSO_4 , KH_2PO_4 , Fe-EDTA 和各种微量元素的混合液], 并调节 pH, 以后每星期用自来水冲洗沙基一次, 更换培养液, 调节 pH, 培养 40 天取幼苗根和叶, 测定硝酸还原酶活力, 根系活力, 叶绿素含量, 可溶性糖含量, 并测定幼苗鲜重。

1.3 测定方法

呼吸强度测定采用小篮子法。脂肪酶活力测定采用碱液滴定法, 酶单位定义为该系统

安徽省重点农业研究项目(94-14)
收稿日期: 1996-05-17, 收到修改稿日期: 1997-04-21

下,每滴定 1 ml 0.05 mol/L NaOH 为一个酶单位。淀粉酶活力测定采用 3, 5-二硝基水杨酸还原法,反应时间为 10 分钟;蛋白酶活力测定采用 Folin-酚法,反应时间 22 小时,用 753B₁紫外可见分光光度计测定 500 nm(淀粉酶)或 680 nm(蛋白酶)光密度值,酶活力单位定义为在上述各系统下,光密度变化 0.100 为一个酶单位。叶绿素含量测定采用混合液(丙酮:无水乙醇=1:1)浸提法,按华东师大(1980)的方法计算叶绿素含量。可溶性糖测定采用蒽酮比色法。硝酸还原酶活力测定采用磺胺比色法。根系活力测定采用 TTC 法。

2 结果与分析

2.1 pH 对油菜种子出芽率和幼苗生长的影响

表 1 pH 对油菜种子出芽率和幼苗生长的影响
Table 1 The effect of pH on seed germination rate and seedling growth in rape

	pH									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4 天出芽率(%)				*			*			
4 days germination rate	31.7	63.2	74.5	91.8	88.3	80.7	78.3	70.5	63.3	
4 天幼苗鲜重(mg)				*			*			
4 days seedlings FW	10.9	15.1	19.6	22.9	22.3	19.6	17.9	16.7	14.5	
40 天幼苗鲜重(g)				*			*			
40 days seedlings FW	1.13	1.45	1.73	2.15	2.09	1.95	1.78	1.43	1.30	

* 与 pH 6 差异显著, t 检验法 P=5%, 下同

* Significantly different from pH 6 at P=5% level with t-test, similarly hereinafter

由表 1 可知, pH 不同, 油菜的出芽率和幼苗生长速率不同, 在 pH 6 下, 油菜出芽率最高, 生长速度最快, 说明油菜种子发芽和幼苗生长的最适 pH 是 6 左右, pH 大于 8 或小于 5 都会使种子发芽率下降, 生长速度降

低, 酸性 pH 对其影响更大一些。

2.2 pH 对油菜种子萌发子叶降解速度的影响

油菜种子萌发依靠降解子叶的储存物质提供物质和能量, 子叶降解速度直接影响种子萌发速率。表 2 显示, 随着 pH 的改变, 子叶降解速度不同, 其变化趋势与表 1 中幼苗生长速度基本吻合。

表 2 pH 对油菜种子萌发中子叶消耗的影响
Table 2 The effect of pH on cotyledon decomposition in rape

	pH									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
第四天子叶重量				*		*				
4 th day cotyledon DW(mg)	2.41	2.30	2.08	1.70	1.79	2.00	2.10	2.15	2.18	
四天子叶消耗(mg)				*		*				
4 days cotyledon decomposition	0.39	0.50	0.72	1.10	1.01	0.80	0.70	0.65	0.62	
四天子叶消耗%										
4 days cotyledon decomposition(%)	13.9	17.9	25.7	39.3	36.1	28.6	25.0	23.2	22.1	

子叶原来干重 2.8 mg Original cotyledon DW 2.8 mg

2.3 pH 对油菜幼苗呼吸速率的影响

由表 3 知, pH 对油菜幼苗的呼吸速率有较大影响, pH 7 时幼苗的呼吸速率最高, pH 6 和 pH 8 对呼吸速率无显著影响, pH 小于 6 或大于 8 时, 呼吸速率下降。

2.4 pH 对油菜种子萌发中脂肪酶、淀粉酶和蛋白酶活力的影响

由表 4 可看出, pH 对油菜种子萌发中脂肪酶、淀粉酶和蛋白酶活力有强烈影响, 在 pH

表 3 pH 对油菜幼苗(4 天全苗)呼吸速率的影响

Table 3 The effect of pH on respiration rate in rape seedlings(4th day complete seedlings)

	pH								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
呼吸速率(mg CO ₂ /g 干重·小时)			*				*		
Respiration rate (mg CO ₂ /g DW·h)	4.30	4.80	5.20	5.80	5.82	5.73	4.94	4.54	3.82

6 时, 三种酶活性均为最高, pH 大于或小于 6 时酶活性降低; 酸性 pH 对脂肪酶和蛋白酶活性影响大, 对淀粉酶活性影响小, 碱性 pH 对三种酶活性影响都较大, 其中对淀粉酶的影响更为突出, 说明酸性环境主要是通过抑制脂肪酶和蛋白酶活性来影响油菜种子萌发, 而碱性环境则是通过抑制脂肪酶、蛋白酶和淀粉酶活性来影响发芽的。

表 4 pH 对油菜种子萌发(4 天)脂肪酶、淀粉酶和蛋白酶活力的影响

Table 4 The effect of pH on activities of lipase, protease and diastase in rape seedlings (4 th day)

	pH								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
脂肪酶(U/g 干重)			*			*			
Lipase (U/gDW)	12.4	17.8	18.3	24.6	23.9	21.4	20.6	18.4	18.0
淀粉酶(U/g 干重)	*						*		
Diastase(U/gDW)	362.4	375.4	379.2	382.9	380.9	376.4	309.5	273.4	264.0
蛋白酶(U/g 干重)			*			*			
Protease(U/gDW)	9.42	12.6	18.9	20.4	19.9	19.2	16.4	14.1	13.5

2.5 pH 对油菜幼苗硝酸还原酶活力的影响

表 5 显示, pH 对油菜叶的硝酸还原酶无显著影响, 对根部硝酸还原酶有较大影响。表现为酸性 pH 提高油菜根系硝酸还原酶活性, 碱性 pH 降低其活性。可见, pH 能影响根系对硝酸盐的利用。

表 5 pH 对油菜幼苗(40 天)硝酸还原酶活力的影响

Table 5 The effect of pH on activity of nitrate reductase in rape seedlings (40th day)

	pH								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
叶($\mu\text{g NO}_2$ /g 鲜重·小时)									
Leaf($\mu\text{g NO}_2$ /g FW·h)	138	142	138	130	142	135	137	130	131
根($\mu\text{g NO}_2$ /g 鲜重·小时)	*	*	*		*				
Root($\mu\text{g NO}_2$ /g FW·h)	84.6	92.7	85.4	76.2	70.5	58.4	56.9	50.8	44.0

2.6 pH 对油菜苗根系活力的影响

表 6 表明, pH 6, 7 时油菜苗根系活力最高, pH 大于 7 或小于 6 时, 根系活力降低。

2.7 pH 对油菜叶叶绿素含量和可溶性糖含量的影响

由表 7 可知, 低 pH 能降低油菜叶叶绿素含量, 高 pH 对叶绿素含量无显著影响。pH 6 时组织可溶性糖含量最高, 低 pH 和高 pH 对叶片可溶性糖含量都有显著降低作用, 说明 pH 对油菜幼苗的光合作用有一定影响。

表6 pH对油菜苗(40天)根系活力的影响

Table 6 The effect of pH on activity of root in rape seedlings (40th day)

	pH								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
还原 TTC(mg/g 鲜重·小时)			*				*		
Reduced TTC(mg/gFW·h)	0.26	0.31	0.36	0.38	0.38	0.37	0.34	0.30	0.28

表7 pH对油菜叶叶绿素含量和可溶性糖含量的影响

Table 7 The effect of pH on contents of chlorophyll and soluble sugars of leaf in rape seedlings (40th day)

	pH								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
叶绿素 a		*							
Chlorophyll a (mg/g FW)	0.82	0.94	0.98	1.02	1.00	1.00	1.05	1.03	1.00
叶绿素 b		*							
Chlorophyll b (mg/g FW)	0.24	0.28	0.32	0.34	0.31	0.32	0.34	0.34	0.32
叶绿素总含量		*							
Total chlorophyll (mg/g FW)	1.06	1.22	1.30	1.36	1.31	1.32	1.39	1.37	1.32
可溶性糖		*			*				
Soluble sugars (mg/g FW)	16.38	21.38	24.21	25.29	22.75	20.63	19.29	14.67	14.54

3 讨论

Alam(1985)报道, pH 5~6 最适合水稻正常生长。陈震等(1993)报道, pH 对西洋参生长有较大影响, pH 5~5.5 的条件下有利生长。柳若安(1995)指出, 马尾松耐酸性较强, 在 pH 3.5~5.5 范围内均能正常生长。王三根(1993)的研究表明, 培养液 pH 6~7 对白菜幼苗生长最有利, pH 3.5 以下植株严重受害。本文研究表明, 油菜种子萌发和幼苗生长的最适 pH 是 6, pH 6 至 7 之间影响不大, pH 大于 8, 小于 5 时幼苗代谢降低, 生长减慢。陈建军(1993)报道, 烟草在 pH 7~8 时根系活力最高。王三根(1993)的研究表明, 培养液 pH 6 时白菜根系活力最高, 林建明(1986)报道, 低 pH 对水稻硝酸还原酶的合成有诱导作用。本文对油菜的研究结果相似。

种子发芽是一个需要大量能量的过程, 油菜种子萌发依靠分解贮存的脂肪、蛋白质和淀粉为幼胚的生长提供能量和物质, 故脂肪酶、蛋白酶和淀粉酶的活力直接影响种子萌发和幼苗生长速度。油菜种子萌发和幼苗生长的最适 pH 是 6, 在该 pH 下, 脂肪酶、蛋白酶和淀粉酶活力均最高, 贮存物质分解速度快, 种子呼吸速率高, 幼苗生长速度最快。酸性和碱性 pH 都会使油菜种子萌发过程中脂肪酶、蛋白酶和淀粉酶活力降低, 贮存物质分解速度降低, 呼吸速率降低, 幼苗生长减慢。

在苗期生长过程中, 生长发育的物质和能量来源于光合作用和根系对矿物质的吸收, 所以叶绿素含量, 光合速率, 根系活力以及硝酸还原酶活力是影响幼苗生长的主要因素。酸性和碱性 pH 能抑制幼苗的光合作用, 降低组织可溶性糖的含量, 影响碳源和能量的积累; 降低幼苗根系活力, 抑制根系对矿物质的吸收; 此外, 碱性 pH 还能抑制硝酸还原酶活性, 抑制氮源积累, 使幼苗生长速度降低。

关于 pH 对作物作用机制, 孟赐福(1987)曾指出, 酸性 pH 主要影响作物对营养的物质的吸收, 碱性 pH 则是影响营养成分的有效度。本文研究结果表明, pH 对作物的营养代谢也有较大影响。