

# 聚乙二醇渗调处理提高花生 种子活力和抗寒性\*

吕小红 傅家瑞  
(生物学系)

## 摘 要

聚乙二醇(PEG-6000)渗调处理提高花生种子活力,促进萌发,增强抗寒能力。在15℃下,用20~25%(-0.6~-0.8mpa)PEG溶液对花生种子渗调2天,获得最大效应。实验室和田间试验(春季)均表明,PEG渗调处理种子的发芽率和活力指数均比对照种子高。低温吸胀时,经渗调的种子内含物外渗量及速率均较对照种子低,膜脂脂肪酸不饱和指数提高,亚麻酸(18:3)相对含量增加。亚麻酸/棕榈酸比值与种子活力成正比( $r=0.85$ )。

**关键词** 种子活力,花生种子,渗调,聚乙二醇

播种至出苗是种子最易受不良环境影响的时期,缩短这一时期可改善种子田间生产性能<sup>[1]</sup>。播前应用聚乙二醇(PEG)渗调处理种子可以提早出苗以及增强种子和幼苗的活力和抗性<sup>[2~5]</sup>。

本文着重探讨PEG渗调处理对花生种子细胞膜透性和膜脂脂肪酸组分的影响以及提高活力和抗寒能力的作用。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

供试花生为“粤油—116”品系,由广东省农科院经作所提供。种子采收后分别经不同贮藏处理获得高、中、低3种不同活力种子。

### 1.2 PEG渗调处理

取15g大小均匀的花生种子置于垫有双层滤纸的11cm培养皿中,加入适量和不同浓度的PEG溶液,于15℃下分别渗调不同时间后取出,洗去表面残存的PEG,在室温下自然风干4小时;对照种子先在湿润滤纸上吸胀2小时,使种子的含水量与PEG渗调的基本一致,然后在相同条件下萌发。每次试验4个重复。

### 1.3 外渗物测定

取25粒种子用双蒸水冲洗表面脏物并迅速吸干表面水分,置100ml烧杯中,加50ml无离子水,在25℃浸泡2小时,用DDS—11A型电导仪测定浸泡液的电导度。电导率=电导池常数(0.65)×电导度。种子表面积根据赵增煜方法测定<sup>[6]</sup>。

本文1988年9月收到

●国家自然科学基金资助项目

## 1.4 膜脂脂肪酸组分分析

依照苏维埃<sup>[7]</sup>方法提取种子膜脂脂肪酸。经甲酯化后用岛津型气相层析仪测定脂肪酸组分。层析柱长2m,柱径4mm,柱内填充涂有30%聚乙二醇丁二酸脂(PEGS)的chromosorkW<sub>60</sub>(60~80目)担体,柱温为180~190℃,Hic为240℃,以样品保留时间确定不同脂肪酸甲酯,用数字式积分仪记录峰面积,最后用归一法计算脂肪酸组分的摩尔百分比。

## 2 试验结果

### 2.1 PEG渗调的适宜浓度及时间

用15~35%PEG溶液(-0.4~-1.6MPa)处理花生种子12~72小时。结果表明,处理种子的发芽率及活力指数均有不同程度的提高(表1),渗调效应的大小与处理浓

表1 系列PEG浓度处理不同时间对花生种子活力指数的影响\*

Tab. 1 Effect of osmoconditioning with series of PEG concentration on vigor index of peanut seeds

PEG浓度	处理时间	萌发率(%)	胚轴长度	活力指数	活力比
对照	0	77.1±2.4	2.36±0.15	1.68	100
16.0% (-0.4Mpa)	12	80.5±1.69	2.60±0.10	2.09	124
	24	85.0±2.60	4.01±0.12	3.41	203
	48	80.0±4.30	3.43±0.17	2.74	163
	72	80.0±4.50	2.20±0.11	1.78	105
20.0% (-0.6Mpa)	12	80.1±3.40	3.00±0.18	2.40	143
	24	90.7±3.19	4.27±0.24	3.42	204
	48	91.0±2.16	4.80±0.29	4.60	274
	72	85.0±1.87	4.10±0.31	3.48	207
25.0% (-0.86Mpa)	12	78.5±2.05	2.77±0.21	2.16	129
	24	90.5±3.77	4.15±0.30	3.75	223
	48	88.5±2.12	4.52±0.37	4.00	238
	72	80.5±2.87	4.63±0.17	3.72	222
30.0% (-1.2Mpa)	12	75.6±3.80	2.66±0.24	2.01	120
	24	78.1±2.83	2.64±0.26	2.06	123
	48	80.0±4.60	2.85±0.02	2.28	138
	72	84.6±1.70	3.01±0.14	2.55	152
35.0% (-1.6Mpa)	12	74.3±0.94	1.81±0.19	1.34	80
	24	75.0±1.41	2.54±0.25	1.91	114
	48	78.0±2.30	2.61±0.15	2.03	121
	72	82.8±2.05	3.21±0.25	2.66	158

•  $P \leq 0.05$ ; 1. PEG处理温度为15℃, 2. 萌发时间为3天, 温度28℃; 3. 活力指数 = 萌发率 × 生长势(胚根长 + 胚轴长)

度和时间有关,用较低浓度(16%)PEG溶液渗调处理时,时间不宜太长,而用较高浓度(30%)PEG处理,则时间长些较好。对花生种子来说,以20或25%PEG溶液处理2天获得最佳效应,活力指数从对照的1.68分别提高到4.60和4.0。

## 2.2 温度对渗调效应的影响

花生种子在5、10、15、20、25、30、35℃下分别渗调,5℃下渗调的种子活力指数下降;在30℃渗调过程中已有15%的种子提前萌发,在这一系列温度范围内,以15℃处理的效果最好,10℃次之(表2)。

表2 温度对渗调效应的影响

Tab. 2 The effect of priming temperatures on seeds osmoconditioning with 20% PEG

渗调温度℃	对照	5	10	15	20	25	30	35
活力指数	1.08 ±0.30	1.50 ±0.30	3.60 ±0.18	4.10 ±0.16	3.00 ±0.15	2.50 ±0.09	2.40 ±0.12	1.60 ±0.20

$P \leq 0.05$

● 萌发时间3天,萌发温度28℃

## 2.3 PEG渗调处理对不同活力种子的效应

PEG渗调处理对不同活力种子萌发都有促进效应,在一定活力范围内随着种子活力的降低,渗调效果越来越明显,但对活力太低或很高的种子,其效果较差(表3)。

表3 20%PEG渗调处理对不同活力花生种子的影响

Tab. 3 Effect of priming with 20% PEG on seeds of different vigor

样 品	活 力 指 数		PEG处理与 对照的活力比
	对 照	PEG处理	
A(新采收种子)	6.81±0.33	8.83±0.44	129.7
B(室温密封贮藏6个月)	4.71±0.25	7.23±0.20	153.5
C(室温开放贮藏3个月)	2.41±0.16	4.95±0.20	205.4
D(75%R.H.室温贮藏8个月)	1.25±0.08	3.30±0.17	264.0
E(人工老化20天)*	1.08±0.07	2.64±0.12	244.4
F(人工老化30天)	0.73±0.08	1.15±0.08	157.5
G死种子	0	0	0

\* 人工老化条件:在35℃,90%R.H.(相对湿度)中处理

## 2.4 渗调处理提高种子及幼苗的抗寒力

花生种子在较低温度(10~12℃)下萌发时,发芽缓慢、不整齐。若低温持续时间较长,已萌发种子的胚根出现褐斑点,胚根不伸长等现象。经20%PEG渗调处理的种子在低温下的萌发速率和活力均高于对照,亦未见寒害表现(表4)。其中以低活力种子效果更为明显,处理种子的活力指数为对照的7.5倍。

表4 PEG渗透调对花生种子在10~12℃下萌发的影响\*

Tab. 4 Effect of priming with PEG on germination at low temperature

项 目	高活力种子		低活力种子**	
	对 照	PEG处理	对 照	PEG处理
萌发率%	80.0±2.1	93.0±3.0	20.0±1.5	65.0±2.0
T <sub>50</sub>	20.0±1.5	14.0±1.0	---	22.0±1.2
胚轴长(cm)	2.93±0.4	5.41±0.2	1.27±0.2	2.88±0.3
活力指数	2.34	4.94	0.25	1.87
处理与对照的活力比	100	211.1	100	748.9

\* 低温发芽(10~12℃)15天; \*\* 人工老化种子(35℃, 95% R.H. 10天)

T<sub>50</sub>为萌发率50%所需时间

如把经PEG渗透调与对照种子在3~4℃下吸胀1~4天, 再在28℃下萌发。试验表明, 冷吸胀1天对未经PEG处理种子萌发率已有不良影响, 活力指数亦明显下降。冷吸胀5天后, 发芽率只有16%, 已萌发的种子生长亦缓慢, 种子分泌许多粘液, 吸胀介质变酸(从pH 7.0下降到pH 5.7)。然而, 经20% PEG预先渗透调的种子冷吸胀7天后, 萌发率为85%, 冷吸胀14天后, 其萌发率仍有62% (图1)。这表明PEG渗透调处理能使种子在一定的低温中吸胀而免于失活。

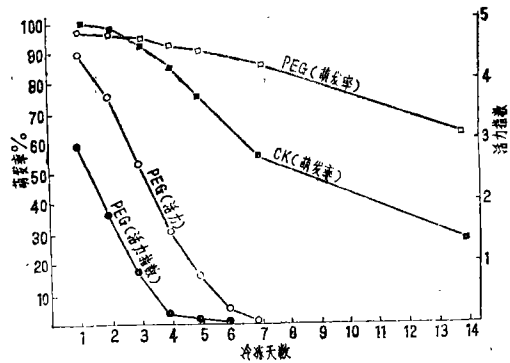


图1 低温(3~4℃)吸胀对种子萌发的影响

Fig. 1 The effect of imbibing at chilling temperature on seed germination

田间试验亦表明, PEG渗透调种子除促进萌发、缩短出苗期外, 还可使幼苗的株高、分枝数及植株鲜重有所增加(表5)。

表5 渗透调节法对花生幼苗生长的影响\*

Tab. 5 Effect of osmoconditioning on seedling growth

项 目	低活力种子		中等活力种子		高活力种子	
	对 照	PEG处理	对 照	PEG处理	对 照	PEG处理
田间出苗率	52.5±3.5	85.6±3.2	67.7±3.2	90.5±2.0	86.0±1.5	92.0±0.92
田间出苗指数**	1.52	4.06	4.43	7.93	6.16	7.39
T <sub>50</sub>	40±0.5	28±0.8	37±0.95	22±0.34	22±0.5	20±0.45
株 高	6.0±0.42	9.01±0.47	6.50±0.26	10.1±0.32	13.3±0.29	14.2±0.35
分枝数	0.86	2.04	1.13	2.38	1.50	2.22
植株鲜重/10株	320.0	374	408	469	415	437

\* 播种后25天内平均日温13℃, 25天后为17℃; \*\* 田间出苗指数 =  $\sum \frac{N\text{天的出苗种子数}}{\text{相应的出苗天数}} \times 100$

2.5 PEG 渗调处理对膜透性的影响

种子冷吸胀后，往往表现出膜透性增加，细胞内含物的渗漏量随低温吸胀时间延长而明显上升，在一定时间范围内，渗漏量与低温吸胀时间呈正相关 ( $r=0.99$ )。经渗调处理的种子在低温吸胀时的渗漏明显地比没经渗调的种子低。以电导率对冷吸胀天数进行回归分析表明 (图 2)，渗调种子初始渗漏量 (以截距表示) 和渗透速率 (以斜率表示) (8)，分别为 1.42 和  $0.54 \mu\text{s}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$ ，而对照种子的初始渗漏量及渗透速率分别是 2.88 和  $1.22 \mu\text{s}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$ 。显然，渗调处理后，种子的膜透性减低。

2.6 膜脂脂肪酸组分与种子活力的关系

花生种子膜脂脂肪酸的主要成分是棕榈酸 (16:0)，硬脂酸 (18:0)、油酸 (18:1)、亚油酸 (18:2)、亚麻酸 (18:3)。其中不饱和脂肪酸约占 69%。不同活力花生种子在适温中萌发时，胚根细胞的膜脂脂肪酸不饱和指数 (IUFA) 差异不大。若在低温 ( $10 \sim 12^\circ\text{C}$ ) 下萌发时，活力高的种子其 IUFA 明显地比低活力的种子高；渗调处理种子的 IUFA 亦比未处理种子高，尤其是中活力的种子，处理与没处理种子其活力指数和 IUFA 有明显差异 (表 6)。IUFA 的增加主要是由于亚麻酸 (18:3) 含量的变化。

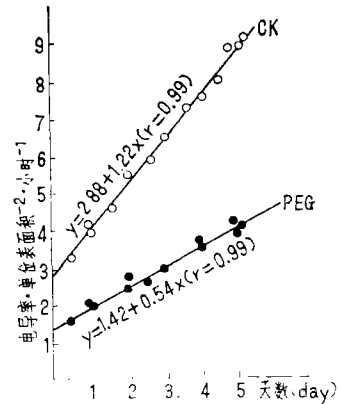


图 2 低温 ( $3 \sim 4^\circ\text{C}$ ) 处理种子对质膜透性的影响  
Fig.2 The effect of low temperature ( $3 \sim 4^\circ\text{C}$ ) treatment on plasmalemma in peanut seeds

表 6 不同活力花生种子低温发芽时胚根细胞膜脂脂肪酸组分的变化

Tab.6 Changes of fatty acid composition of membrane lipid in radicle cells of different vigor seeds germinating at low temperature

活力水平	处理	萌发条件		活力指数	脂肪酸组分					IUFA	18:3/16:0
		温度	时间		16:0	18:0	18:1	18:2	18:3		
中活力种子	对照 1	28	3	2.75	29.58	1.15	8.56	44.00	16.71	146.69	0.66
	对照 2	10-12	15	0.21	29.12	1.15	14.46	43.54	10.73	133.73	0.37
	PEG	10-12	15	3.34	29.13	1.20	9.05	45.45	15.17	145.72	0.52
高活力种子	对照 1	28	3	4.10	29.25	1.07	8.82	43.58	17.29	147.85	0.59
	对照 2	10-12	15	2.98	29.50	1.20	10.35	44.58	14.22	142.17	0.48
	PEG	10-12	15	5.00	28.98	1.05	7.52	45.49	16.89	149.19	0.58

IUFA, 脂肪酸不饱和指数

$$\text{IUFA} = 18:1 \text{ mol.}\% + (18:2 \text{ mol.}\% \times 2) + (18:3 \text{ mol.}\% \times 3) \times 100$$

把经 PEG 处理的和未处理的种子在  $3 \sim 4^\circ\text{C}$  下吸胀 1~3 天后，在  $28^\circ\text{C}$  下萌发 4 天，测定胚根细胞的膜脂脂肪酸组分，亦得相似结果，即高活力种子及经 PEG 处理种子其亚麻酸含量均比低活力和未处理种子高。低温萌发时，种子活力越高，18:3/16:0 之比值也越大，两者呈正相关 ( $r=0.85$ ) (图 3)。

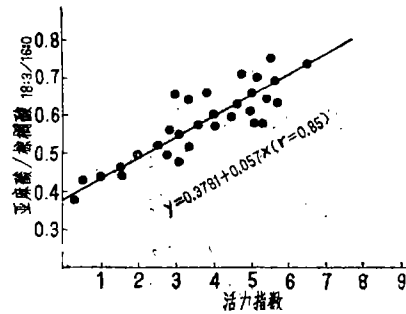


图3 低温萌发时种子活力与膜脂亚麻酸的关系

Fig. 3 The relation of seed vigor and linolenic acid of membrane during germination at low temperature

### 3 讨论

应用聚乙二醇渗调处理提高种子活力的试验已引起人们广泛的兴趣。据Khan等<sup>[2]</sup>和Knyp1等<sup>[9]</sup>报道,对冬季蔬菜种子,用PEG渗调可缩短出苗期。几年来,我们反复观察到,应用PEG渗调处理劣变花生种子也同样可提高种子萌发率、促进幼苗生长<sup>[4,10]</sup>。这说明对于萌发期短的春季作物和大粒种子<sup>[10,11]</sup>,也同样能用PEG渗调处理取得良好效果。至于渗调时间的长短应视渗调剂的浓度和温度而定,如在一定的PEG浓度下,温度增高时,应缩短渗调时间,渗调处理效应的大小除与渗调处理时的环境条件有关外,亦受种子本身质量的影响。对花生种子来说,渗调的促进效应对中、低活力种子较为明显,尤其是在非适宜环境条件下(如次低温),渗调的效果更大<sup>[1]</sup>。

播前渗调处理在提高花生种子活力和耐低温的同时,膜脂脂肪酸组分的比例和膜透性也随之变化,渗调种子在低温下能维持较高的脂肪酸不饱和度。Stewart和Bewley发现大豆种子亚油酸含量随种子活力或萌发率降低而下降,植株对低温的敏感性增加,他们认为膜中极性不饱和脂肪酸含量变化是种子活力丧失的原因之一<sup>[12]</sup>。Abdul-Baki把抗寒的与不抗寒的幼苗进行低温处理,发现抗寒幼苗叶内磷脂的不饱和程度有所增加,他认为这一现象与种子和幼苗活力有关,种子活力的丧失可能与膜的变化相联系<sup>[13]</sup>。在我们的实验中,花生种子亦随着低温的延长,内含物渗漏增加(图2)。不饱和脂肪酸具有较低的相变温度,如植株具有较高水平的不饱和脂肪酸,就能维持低温下植株正常的生命活动过程<sup>[14~16]</sup>。我们还发现,花生种子的不饱和脂肪酸含量随种子活力下降而减少,亚麻酸/棕榈酸的比值与种子活力成正相关( $r=0.85$ )。而PEG处理在提高活力的同时,也提高花生胚根细胞膜不饱和脂肪酸的含量,减少内含物渗漏量与渗漏速率。因此认为PEG渗调效应可能是调动种子体内的积极因素如加速蛋白质、RNA合成、提高酶活性<sup>[2,3,17]</sup>,引起膜组成及功能的变化,加速劣变种子膜的修复。但修复,渗调处理可能还有生理锻炼的效应,致使在较低温度下萌发效果改善<sup>[11,18]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] 傅家瑞, 种子, 1984, 3, 1~6  
[2] Khan A A et al., *Acta. Hort.*, 83 (1978), 267~268  
[3] Heydecker W et al., *J. Exp. Bot.*, 29 (1979), 133~144  
[4] 刘志穗等, 中山大学研究生学刊, 1983, 3, 83~86  
[5] 陈光仪等, 种子, 1985, 3, 1~3  
[6] 赵增煜, 种子, 1985, 2, 11~14  
[7] 苏维埃等, 植物生理通讯, 1980, 3, 45~60  
[8] Mckersie B D et al., *Plant Physiol.*, 66 (1980) 316~320  
[9] Knypl J S et al., *Agron. J.*, 73 (1981), 1, 112~116  
[10] 傅家瑞, 种子生理, 科学出版社, 1985, p.152  
[11] 傅家瑞等, 作物学报, 12 (1986), 2, 134~138  
[12] Stewart R R C et al., *Plant Physiol.*, 65 (1980), 245~248  
[13] Abdul-Baki A A, *Hort. Sci.*, 15 (1980), 765~771  
[14] 王洪春等, 植物生理学报, 6(1980), 227~236  
[15] 邓令毅等, 植物生理学报, 8(1982), 273~271  
[16] Powll A A et al., *Ann. Bot.*, 47 (1981), 709~712  
[17] 张北壮等, 中山大学学报(自然科学版) 1986, 3, 98~104  
[18] Heydecker W et al., *Seed Sci. Technol* 3(1975), 881~888.

## The Effect of Osmoconditioning with PEG on the Raise of Vigor and Cold Hardiness in Peanut Seeds

Lu Xiaohong\* Fu Jiarui

### Abstract

The germination rate and uniformity of peanut seeds were significantly improved by osmoconditioning with polyethylene glycol (PEG), especially in the medium-and low-vigor seeds. Priming with solution of 20 and 25% (or -0.6 and -0.86Mpa) PEG at 15℃ for 2 days provided the maximum promotive effect on rate and the uniformity of peanut seedling emergence in both laboratory and cold soil fieldcondition. The time for 50% emergence of high-and low-vigor peanut seeds were reduced from 37 to 22 days and from 40 to 28 days respectively; the emergence was increased respectively from 67.65% and 52.5% to 90% and 85.56%. In addition, the vigor index and weight, length of stem and root were increased.

When the seeds were soaked in low temperature ( $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ ), the leakage of plasma membrane was decreased by osmoconditioning. The speed of leakage of untreated seeds ( $1.2\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ ) was greater than that of the treated seeds ( $0.54\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

The degree of unsaturation of fatty acid in membrane lipids under low temperature was changed. The index of unsaturation of fatty acid (IUFA) of membrane lipids in control seeds was reduced from 146.7 to 133.7 after pretreatment of seeds with low temperature ( $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ ) for 15 days, but that in priming seeds was just a little bit changed (from 146.7 to 145.7). The IUFA of membrane lipids in untreated seeds was reduced faster than that in treated seeds with prolongation of the low temperature ( $3\sim 4^{\circ}\text{C}$ ) treatment. The difference of IUFA between treated and untreated seeds due to the change of linolenic acid (18:3) content. The ratio of 18:3/16:0 (16:0 palmitic acid) in priming seeds was increased to 141.6% of that in untreated seeds. The change of vigor and cold hardness in seeds were related to the degree of unsaturation of fatty acid in membrane lipids and permeability of plasma membrane.

**Keywords** seed vigor; osmoconditioning, PEG, peanut seeds