

聚乙二醇对白菜种子春化的影响

余阳俊 陈 广

(北京蔬菜研究中心, 北京 100081)

飞弹健 一

(日本野菜茶叶试验场)

摘 要 研究了 PEG (聚乙二醇)对白菜种子春化的影响, 结果表明, 无论是 PEG 4000 或 PEG 6000 均以 200g/L 浓度最适, 不仅能有效地抑制低温春化处理过程中胚根或胚轴的伸长, 而且也不影响种子春化的效果。种子春化处理后于室温下再催芽 1 天能显著地提高播种出苗率。PEG 对不同白菜种类种子春化均有良好效果。

关键词 聚乙二醇 白菜 种子春化

白菜为十字花科芸薹属二年生蔬菜, 性喜冷凉, 包括结球白菜和不结球白菜, 一般于当年秋季进行营养生长, 冬季自然低温春化, 翌年春天转为生殖生长而抽薹开花。由于白菜类蔬菜自种子萌芽至成株整个生育期都能接受低温春化, 因而在实际育种工作中, 为了加快育种材料的选育进度, 常常采用种子低温春化处理方法诱导植株抽薹、开花, 从而达到加代繁殖的目的。在种子低温春化处理过程中, 由于胚根、胚轴仍然可以缓慢生长、伸长, 特别是冬性较强的材料需要低温处理的时间较长(1~2个月), 导致种子间胚根纵横交错, 胚轴伸长, 子叶开展, 给春化处理后的播种带来诸多不便, 不可避免地造成胚根或胚轴折断等人为伤害, 进而影响出苗及幼苗的生长发育。为了抑制种子低温春化处理过程中胚根和胚轴的伸长, 同时又不影响春化效果, 本试验探讨了 PEG (聚乙二醇)等物质应用于白菜种子春化处理的可行性。

1 材料和方法

试验 1 试材为“北京小杂 56”, 1994 年 9 月 22 日将刚刚露白的发芽种子置于预先加有 PEG 水溶液 5~10mM 的加盖培养皿(直径 9cm)中的双层滤纸上, 用试管支撑培养皿使其倾斜并保持一定斜度, 避免让种子直接浸泡在溶液中。PEG 4000(聚乙二醇, 分子量为 4000 固态, 下同)设 0 50 100 150 200 g/L 5 个浓度处理, 每皿 1 个处理, 每处理 10 粒种子, 室温下培养 4d, 调查胚根和胚轴的伸长情况。在上述试验的基础上, 采用同一试材, PEG 4000 设 200 250 300 350 400 g/L 5 个浓度处理, 以水为对照, 每处理 5 粒种子, 处理方法同上。9 月 28 日将培

养皿置于 5℃ 的冷柜中处理 5d 后取出, 室温下再培养 3d 调查内容同上

试验 2 试材为“北京小杂 56”、“ほまれ”。将两种材料的发芽种子分置于同一培养皿中滤纸的东西两半, 处理方法同试验 1 采用 PEG 4000 和 PEG 6000(分子量 6000 固态, 下同)两种, PEG 4000 设 200 250 g/L 2 个浓度处理, PEG 6000 设 150 200 250 g/L 3 个浓度处理, 以催芽或不催芽(吸水 6h)种子+ 水为对照。每品种每处理 20 粒种子, 3 次重复。自 1994 年 10 月 6 日始分别于 2℃ 及 5℃ 的冷柜中春化处理 32d。11 月 7 日调查胚根长、胚轴长及胚根伸长率。将部分处理的种子充分水洗去除残留 PEG 后播种, 7d 后调查出苗率。每处理每重复选留 4 株幼苗, 将其转移到人工气象室促进抽薹、开花(恒温 25℃, 16h 日长, 光强 20000lx)。自开花之日起逐株调查开花日期及开花叶片数。

试验 3 试材同试验 2 PEG 6000 设 200 250g/L 2 个浓度, 每品种每处理约 160 粒种子, 处理方法同试验 1。1995 年 4 月 4 日开始用普通冰箱进行种子低温春化处理一个月, 处理温度为 2~ 5℃。5 月 4 日将各处理种子水洗后一分为二, 一半用于当天播种, 另一半于室温下再催芽 1d 后播种, 7d 后调查出苗率。

试验 4 以“92-97”、“95-17F”、“60 天菜心”、“三月菜心”、“奶白”、“乌塌菜”及“无双”为试材, 均采用 PEG 6000 200g/L 处理, 1995 年 4 月 6 日开始春化处理。除“乌塌菜”、“无双”两材料推迟到 5 月 8 日结束处理外, 其他材料均于 4 月 25 日处理结束。种子播种后保持 15℃ 以上温度, 以未经低温处理种子播种为对照。春化处理及调查内容同试验 3。每处理调查 10 株, 结果取平均值。

2 结果与分析

2.1 适于种子春化处理的 PEG 4000 的浓度范围

图 1 表明, 在低浓度范围 (0~ 200g/L) 内, PEG 对胚根的伸长有促进作用, 这种促进作用随着浓度的递增而逐渐减弱。相反, 当 PEG 浓度超过 50g/L 并依次递增时, PEG 对胚轴伸长的抑制作用逐渐增大。在室温条件下, 当 PEG 4000 的浓度为 200g/L 时, 胚根生长不受影响, 仅胚轴伸长受到强烈抑制。

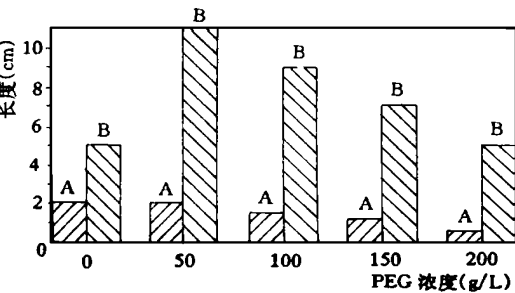


图 1 PEG4000 在室温下处理 4d 的效果
A. 胚轴; B. 胚根

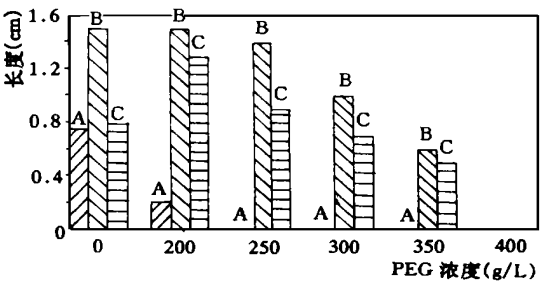


图 2 PEG4000 在 5℃ 下处理 5d 的效果
A. 胚根 (5℃, 5d); B. 胚根 (再培养 3d);
C. 胚轴 (再培养 3d)

在短期低温处理 (5℃, 5d)条件下 (图 2), 除对照的胚轴略有伸长外, 在 PEG 高浓度范围 (200~ 400g /L)内, 各处理种子的胚轴均无伸长。图 2的结果表明, PEG 对胚根的抑制作用随浓度的递增而加强, 当浓度达到 250g /L 时, 胚根即保持处理前状态不再伸长, 当浓度高达 350g /L 以上时, 胚根反而收缩。种子经水洗后于室温下再培养 3d 唯有 200g /L 250g /L 浓度处理种子的胚根和胚轴的伸长能力超过或恢复到对照水平。而 300g /L 和 350g /L 浓度处理的部分种子失去生活力, 死亡率分别为 20% 和 50%; 当浓度高达 400g /L 时, 种子全部死亡。故推断适于种子春化处理的 PEG 浓度为 200~ 250g /L 之间。

2 2 PEG 种类、浓度及温度对种子春化处理过程中胚根和胚轴伸长的影响

表 1结果表明, 无论是 PEG 4000或 PEG 6000除 PEG 6000 150g /L 处理在 5℃下胚根较对照略长外, 其它 PEG 处理对胚根和胚轴均有较强的抑制作用。而对照 (水)的种子无论催芽或不催芽, 均有较高的胚根伸长率 (催芽和不催芽的分别为 100%、33.3%~ 98.3%), 胚根伸长 1.79~ 3.01cm, 胚轴伸长 1.24~ 2.46cm。PEG 4000在 2℃低温处理条件下 200g /L 便足以抑制胚根和胚轴的伸长; 而在 5℃低温处理条件下 200g /L 浓度处理仍有 23%~ 83%的胚根伸长, 平均根长 0.29~ 0.82cm, 只有当浓度升高到 250g /L 时胚根生长才处于停滞状态。PEG 6000在 2℃低温处理条件下 250g /L 浓度处理能够将胚根和胚轴完全抑制, 200g /L 浓度处理的胚根略有伸长, 伸长率因品种而异, 为 3.3%~ 38.3%, 平均伸长 0.2~ 0.23cm, 胚轴几乎不伸长。而在 5℃低温处理条件下, PEG 6000用 200g /L 浓度处理胚根伸长率高达 48.3%~ 98.3%, 平均伸长 0.49~ 0.67cm, 胚轴平均伸长 0.25~ 0.46cm。这说明随着 PEG 分子量的增加, 浓度相同时, PEG 对胚根或胚轴的抑制效果略有降低, 即采用 PEG 6000较采用 PEG 4000需要相对较高的浓度。由于低温对胚根及胚轴的伸长具有一定的抑制作用, 故处理温度升高时, PEG 浓度也需要相对增加才能达到相同的抑制效果。因此, PEG 浓度应随 PEG 种类和处理温度的改变作相应的调整, 就抑制胚根和胚轴而言, 在 2~ 5℃条件下, PEG 4000的浓度以 200g /L 为宜, 而 PEG 6000的浓度则以 250g /L 为宜。

表 1 PEG 种类、浓度及温度对种子春化处理过程中胚根和胚轴伸长的影响

品名	种称	PEG种类	PEG浓度 (g/L)	2℃低温处理			5℃低温处理		
				胚根长 (cm)	胚轴长 (cm)	胚根伸长率 (%)	胚根长 (cm)	胚轴长 (cm)	胚根伸长率 (%)
ほまれ	PEG 4000	200	0	0	0	0.82	0	85.0	
		350	0	0	0	0	0	0	
		PEG 6000	150	0.92	0.54	95.0	3.15	0.96	100
			200	0.23	0.01	38.3	0.67	0.46	98.3
			250	0	0	0			
	水	催芽	2.38	1.24	100	2.93	1.53	100	
		不催芽	1.79	1.25	88.3	2.69	1.69	48.3	
		北京小杂 56	PEG 4000	200	0	0	0	0.29	0
250	0			0	0	0	0	0	
PEG 6000	150		0.59	0.69	60.0	1.88	1.19	91.7	
	200		0.20	0	3.3	0.49	0.25	48.3	
	250		0	0	0				
水	催芽		2.40	1.43	100	3.01	1.79	100	
	不催芽		2.21	1.60	33.3	2.48	2.46	73.7	

2 3 PEG 种类、浓度及温度对种子春化效果的影响

除所有对照及 5℃低温处理下 PEG 6000的 150g/L 浓度处理因胚根和胚轴太长在播种时被淘汰外,对其它处理的播种出苗及春化效果进行了鉴定。从表 2看出,播种后出苗率普遍偏低。PEG 种类不同,出苗率表现出差异,PEG 4000的出苗率较低,平均为 31.7%~80.3%;PEG 6000的出苗率相对较高,平均为 67%~100%。各浓度之间的出苗率差异无规律可循。除对照(无低温处理)无一植株现蕾、抽薹外,表 2中的各处理均抽薹开花,说明经 PEG 处理的种子依然能感受低温春化。对于同一 PEG 种类,浓度越高,植株开花越迟,开花叶片数也相应增多,说明高浓度的 PEG 对植株抽薹开花有一定的抑制作用。对于同一 PEG 浓度,在 2~5℃范围内,不同温度处理的春化效果差异不明显,说明在 2~5℃范围内,种子低温春化的效果主要取决于 PEG 浓度的高低。从开花日期及开花叶片数来看,无论是 PEG 4000还是 PEG 6000均以 200g/L 的浓度处理春化效果最好,不仅开花较早,而且开花叶片数也较少,仅为 1片左右。

表 2 PEG 种类、浓度及温度对种子春化效果的影响

品 种 称	PEG 种类	PEG 浓度 (g/L)	2℃低温处理			5℃低温处理		
			出苗率 (%)	开花日期 (日/月)	开花叶片数 (片)	出苗率 (%)	开花日期 (日/月)	开花叶片数 (片)
ほまれ	PEG 4000	200	53.3	19/12	15.9	80.8	15/12	15.1
		250	66.7	7/1	26.0	48.2	24/12	19.5
	PEG 6000	150	83.9	13/12	16.7			
		200	100.0	12/12	15.9	79.7	14/12	14.9
		250	80.0	6/1	24.8			
北京小杂 56	PEG 4000	200	34.2	23/12	16.6	58.3	22/12	15.6
		250	31.7	13/1	21.6	43.3	9/1	24.6
	PEG 6000	150	67.0	24/12	16.6			
		200	84.9	30/12	22.0	62.5	24/1	16.3
		250	80.0	26/1	32.0			

2 4 种子低温春化处理后再催芽对播种出苗的影响

表 3结果说明,无论 PEG 浓度的高低,种子低温春化处理后直接播种,出苗率很低,仅为 45%~76.3%,而经室温下再催芽 1d后播种出苗率高达 98.7%~100%,较直接播种提高 31.1%~119.3%。说明室温下再催芽有利于春化处理后的种子恢复生长,从而促进种子播种后拱土出苗。

表 3 种子低温春化处理后直播与再催芽对播种出苗的影响

品 种 称	PEG 6000 浓度 (g/L)	直 播			再 催 芽		
		播种数 (个)	出苗数 (个)	出苗率 (%)	播种数 (个)	出苗数 (个)	出苗率 (%)
ほまれ	200	80	36	45.0	79	78	98.7
	250	80	61	76.3	73	73	100
北京小杂 56	200	80	43	53.8	81	80	98.8
	250	80	44	55.0	79	78	98.7

2 5 不同白菜种类经种子低温春化处理后的开花效果

从表 4可以看出,“92-97”等 5份材料由于冬性较弱,无论低温处理有、无,植株都能抽薹开花,但经过 19d的 PEG 结合种子低温处理的植株明显较无低温处理株现薹、开花提前,提前 8~ 30d 开花叶片数也大大减少,减少 5 9~ 20 2片,其中“奶白”的无低温处理仅有部分个体抽薹、开花。“乌塌菜”和“无双”的冬性中等,经 32d的低温春化处理后均顺利抽薹、开花,而未经低温处理的植株无一现薹、抽薹。说明经过 PEG 6000用 200g /L 结合种子低温春化处理,大白菜、小白菜和菜薹均能获得良好的春化效果。

表 4 不同白菜种类经种子低温春化处理后的开花效果

品种名称 或代号	低温处理 有 (+) 无 (-)	现 薹		开 花		开 花 叶片数	材料 种类
		日 / 月	天数 (d)	日 / 月	天数 (d)		
92-97	+ ^w	18 / 5	22	27 / 5	31	8.8	大白菜
	-	16 / 6	51	26 / 6	61	29	
95-171	+ ^w	18 / 5	22	27 / 5	31	9.6	大白菜
	-	14 / 6	49	24 / 6	59	27.5	
60天菜心	+ ^w	15 / 5	19	22 / 5	26	7.1	菜 薹
	-	23 / 5	27	31 / 5	35	13	
三月菜心	+ ^w	23 / 5	27	2 / 6	37	14.3	菜 薹
	-	4 / 6	39	21 / 6	56	25.8	
奶 白	+ ^w	2 / 6	37	15 / 6	50	9.6	小白菜
	-	(20 / 6) ^z	(55) ^z	(5 / 7) ^z	(70) ^z	(20.3) ^z	
乌塌菜	+ ^y	4 / 6	26	20 / 6	42	23.6	小白菜
	-	/	/	/	/	/	
无 双	+ ^y	15 / 6	37	7 / 7	59	24.7	大白菜
	-	/	/	/	/	/	

注:本试验采用 PEG 6000以 200g /L 及 2~ 5℃低温处理;W: 种子低温处理 19d,4月 20日播种;Y: 种子低温处理 32d,5月 9日播种;Z: 一部分个体抽薹、开花,取其结果平均值。

3 讨论

PEG 为高聚化合物,因其具有高渗透性而被广泛用于原生质体培养等的渗透压调节。PEG 渗透调还可以使劣变种子的细胞膜得到修复,从而促进种子萌发及幼苗生长^[1]。Bradford^[2]报道 PEG (156~ 282g /L)前处理能降低青花菜种子的发芽率,而用 PEG (250g /L)浸泡甘蓝种子却能促进幼苗出土及增加植株鲜重。前人的这些试验都基于用 PEG 来改良或增进种子的发芽质量。本试验则从抑制种子发芽的角度出发,首次将 PEG 应用于白菜种子低温春化,成功地抑制了种胚的生长,同时又不影响春化效果,解决了种子春化中的一道难题,对加快育种进程具有重要意义。

本试验结果表明,无论 PEG 4000还是 PEG 6000都能对种胚产生良好的抑制作用。就抑制胚根或胚轴的伸长来说,适宜的 PEG 浓度依 PEG 种类而异,在 200~ 250g /L 范围内,浓度越高,抑制效果越好。但如果考虑到春化效果,PEG 4000及 PEG 6000均以 200g /L 最适,并非浓度越高越好。究其原因,PEG 高浓度能较强地抑制种胚的生长乃至引起胚根收缩,导致种子对

低温反应迟钝而降低春化效果。同样道理, 低温处理的温度亦并非越低越好。

除 PEG 外, 作者在试验过程中也探讨了无机盐 (如 KNO_3 , KH_2PO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) 等对种子发芽的抑制作用。 KNO_3 (0.1~0.2 M), KH_2PO_4 (0.2~0.4 M) 在处理种子时绿霉大量滋生。 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0.2 M 在短期内对种胚的抑制效果较好, 但经过 2~5℃ 低温处理一个月后, 种子全部死亡。当浓度降低到 0.1 M 时, 种胚虽能缓慢生长, 胚根长约 0.42~0.47 cm, 胚轴长约 0.17~0.33 cm, 但种胚褐化率高达 100%, 说明低浓度的 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 对发芽种子也具有伤害作用。

参 考 文 献

- 1 赵国余主编. 蔬菜种子学. 北京: 北京农业大学出版社, 1989
- 2 Bradford K J Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions Hort Science 1986 21(5): 1105

Effect of PEG (Polyethylene Glyco) on Seed Vernalization in *Brassica campestris*

Y u Y ang jun C hen G uang

(Beijing Vegetable Research Centre, Beijing 100081)

H ida K en ich i

(National Research Institute of Vegetable, Ohmori, Tokyo, Japan)

Abstract The effect of PEG on seed vernalization was studied in *Brassica campestris*. The best results were obtained from the treatment of PEG 4000 and PEG 6000 at 200 g/L concentration which restrained elongation of roots and hypocotyls effectively in the process of seed vernalization under 2~3℃, without reducing the effect of vernalization. Keeping vernalized seed one day at room temperature before sowing could increase the emergence rate significantly. PEG was found effective to different varieties of *Brassica campestris*.

Key words PEG; Seed vernalization; *Brassica campestris*