

不同超干方法与几种蔬菜种子储藏效应的研究

郑晓鹰 李秀清 陈 杭

(北京市农林科学院蔬菜研究中心, 北京 100089)

摘 要: 采用硅胶干燥、真空冷冻干燥、低温低湿干燥以及加温干燥 4 种方法将 6 种蔬菜种子的含水量降到 5 % 以下, 在常温储存条件下保存 10 年后进行的发芽试验表明其发芽率与 10 年前比较没有明显变化, 唯加温干燥的种子降低了萌发时抵抗逆境的活力, 种子生活力均未降低。

关键词: 蔬菜; 种子; 干燥技术; 超干; 贮藏

中图分类号: S 602.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2001) 02-0123-05

长期保存种子的关键因素是控制储存温度和种子含水量。低温保存可以延长大多数常规种子的寿命^[1,2], 但长期维持低温能量耗费大。强力降低种子的含水量到超干的程度(低于 5 %), 有益于常规种子的保存^[3~7]。把种子的含水量降低到超干水平所用的干燥方式以及干燥限度都可能影响种子的活力及发芽率。因此, 不同种类种子选择适宜的干燥方式, 确定合适的超干含水量, 是在室温下长期保存种子所需要研究和探讨的问题。

本文介绍用 4 种干燥技术将 6 种蔬菜种子进行超干处理, 使其含水量依种类不同降至 3.0 %~5.5 % 对其发芽率和活力的影响, 以及这些种子在室温下 (20~35 °C) 密封保存 10 年过程中发芽率和活力的变化。

1 材料与方法

1.1 材料

试验用的蔬菜种子有大白菜‘100 号’、韭菜‘本地韭菜’、番茄‘强力米寿’、萝卜‘京红 1 号’、茄子‘七叶茄’、黄瓜‘741’, 含水量分别为 8.7 %、7.3 %、9.7 %、8.9 %、7.1 %、8.6 %, 发芽率分别为 97 %、93 %、88 %、75 %、72 %、97 %, 全部来自北京市农林科学院蔬菜研究中心。

1.2 种子干燥方式及效果检测

硅胶干燥: 硅胶与种子以 2:1 的质量比放在干燥器中, 在室温 (25~27 °C) 下干燥 9 d。**真空冷冻干燥:** 使用上海产 GB-1 型真空冷冻干燥机干燥 (真空度为 10^{-3} Torr), 种子先放在 -40 °C 下速冷 1 h 后开始抽空至种温升至室温, 干燥 24 h。**低温低湿干燥:** 使用 BPCR 提供的 M-120 型种子除湿箱, 箱内相对湿度达 30 %, 温度为 12 °C, 种子单层平铺在箱内隔架的纱布上, 干燥 14 d。**加温干燥:** 使用 DF-206 电热鼓风干燥箱, 温度 45 °C, 种子单层平铺在铁纱网上并放在干燥箱的隔架上, 干燥时间分别为: 大白菜和萝卜 17 h,

收稿日期: 2000-10-08; 修回日期: 2000-11-01

基金项目: 国际植物遗传资源研究所 (IPGRI) 资助项目; 北京市高新技术实验室蔬菜种质改良项目

黄瓜、番茄和茄子 22 h，韭菜 34 h。

经上述方法干燥后，测定种子含水量^[8]、发芽率^[8]和活力，用复合铝箔袋密封保存。种子活力以种苗长度平均值表示。种子置于铺有一层滤纸的玻璃斜板上成一排，以国家种子检验规程规定的温度促使萌发，并在检查发芽率时测量种苗长度，计算平均值。低温逆境处理：将被检种子浸于 1 水中 2 d，然后转入规定温度萌发，检测发芽率和种苗长度。

2 结果与分析

2.1 干燥方法对种子发芽率和活力的影响

采用上述 4 种干燥方法可把 6 种蔬菜种子的含水量以不同速度降到 3.0 % ~ 5.5 % (表 1)。3 种不加温干燥方式没有对种子 (茄子除外) 干燥后的萌发能力和活力造成明显影响，只是加温干燥使萝卜、番茄和黄瓜种子发芽率和活力略有下降，但茄子种子发芽率下降了约 10 % (表 2)。

为了研究这些干燥方式是否对种子内部的活性物质及结构产生影响，采用低温逆境处理试验，检测了 4 种种子的活力。

表 1 4 种干燥方法处理的 6 种蔬菜种子的含水量

Table 1 Moisture content of the six species of vegetable seeds dried by four drying methods (%)

种子 Seed	原始含水量 Original moisture content	真空冷冻干燥 Freeze-drying	低温低湿干燥 Low-tem. drying	硅胶干燥 Silica gel drying	加温干燥 Heating drying
大白菜 Chinese cabbage	8.7	4.1	4.1	3.0	3.9
萝卜 Radish	8.9	3.7	4.4	3.1	3.9
黄瓜 Cucumber	8.6	4.0	4.2	3.0	3.9
番茄 Tomato	9.7	5.3	5.3	4.1	4.4
韭菜 Leek	7.3	5.5	5.5	4.9	3.5
茄子 Eggplant	7.1	3.3	4.4	3.9	3.0

表 2 4 种干燥方式对种子发芽率和种苗长度的影响

Table 2 Germination capacity and seed vigor of the ultra-dried seeds by the four drying methods

种子 Seed	无干燥处理 Nondrying		真空冷冻干燥 Freeze drying		低温低湿干燥 Low-tem. drying		硅胶干燥 Silica gel drying		加温干燥 Heating drying	
	发芽率 Germination (%)	种苗长 Seeding length (mm)	发芽率 Germination (%)	种苗长 Seeding length (mm)	发芽率 Germination (%)	种苗长 Seeding length (mm)	发芽率 Germination (%)	种苗长 Seeding length (mm)	发芽率 Germination (%)	种苗长 Seeding length (mm)
大白菜 Chinese cabbage	97	76.2	98	73.6	99	74.6	99	76.3	99	73.8
萝卜 Radish	75	71.2	77	82.3	73	78.3	75	84.4	62	70.3
黄瓜 Cucumber	97	197.5	99	202.5	99	204.5	98	200.5	96	196.5
番茄 Tomato	88	36.6	92	38.3	90	37.9	89	38.9	86	34.2
韭菜 Leek	93	52.5	98	57.4	94	52.9	92	53.6	90	55.5
茄子 Eggplant	72	48.8	66	44	56	37.8	58	34.4	64	38.3

低温处理对几种种子发芽率都有一定影响，对活力的影响最为明显。加温干燥的种子相对其它处理的种子受冷害影响较大，其中受冷害最严重的是黄瓜 (图 1) 和萝卜的种子。加温干燥似乎抑制了某些种类种子中可以对抗冷害的某些酶的活性，而这些酶又在种子吸胀、萌发和修复因干燥而重新排列的细胞膜过程中起一定作用。

2.2 超干蔬菜种子在室温下的保存效果

用 4 种干燥技术干燥后的 6 种蔬菜种子密封在复合铝箔袋中，在不控制温度的室温下保存，温度的浮动范围在 20 ~ 35 。保存 1 年和 10 年后分别测定了种子的含水量、发芽

率和活力(种苗长度)。结果(表3)显示硅胶、真空冷冻和加温干燥方式超干的6种蔬菜种子在室温下保存10年后,其发芽率与原始发芽率比较没有明显变化。低温低湿箱干燥的种子水分含量相对较高,不同种类种子对种子含水量的变化反应不同,用此方法干燥的黄瓜和萝卜种子分别在4.5%和4.6%的低含水量以及长期室温保存下,发芽率和活力都有较大程度的下降(表3)。而其它4种种子用此方法干燥后的种子含水量虽然也相对较高,但没有影响保存效果。没有经过干燥处理的对照种子在保存1年时,黄瓜和番茄的发芽率已大幅度下降,到保存10年时除茄子外其它5种蔬菜对照种子的发芽率都下降为0。经过10年的密封保存,超干种子的含水量基本没有变化,萝卜对照种子的含水量有明显下降。

3 讨论

4种干燥方式都可以使6种蔬菜种子的含水量降低到5%左右的超干范围,冷冻干燥和加温干燥除去水分的速度较快,比较容易处理大批量的种子。但加温干燥过程可能会损害或抑制某些种类种子中一些酶的活性,降低萌发时抵抗逆境的活力。真空冷冻干燥对所试的6种蔬菜种子安全无损害。硅胶干燥和低温低湿干燥速度较慢,在12%和30% RH的低温低湿箱中很难把含水量降到更低,不能满足番茄、黄瓜等种子进一步超干的要求。硅胶干燥虽然需用时间较长,但可以通过更换硅胶,把种子的水分减少到所需的最低极限,并且不会损害种子,尤其对原始含水量较高的种子,可以通过改变硅胶与种子的比例调节干燥速度^[11],安全地把种子干燥到所需的含水量。

试验中茄子种子表现比较特殊,经不同干燥处理后在常温保存10年发芽率比原来提高了20%~30%,对照比原来提高了约10%。这可以解释为新采收的茄子种子存在着不同程度的休眠,而休眠有利于保存^[10],并且种子含水量在3%~7.1%范围内对储存效果没有明显影响。茄子种子的干燥加深了种子的休眠,使几种干燥后的种子发芽率都比对照降低,经过10年的保存休眠逐步解除,发芽率反而提高。

影响种子长期保存的关键因素是种子的保存温度和种子含水量。对于需要长期保存的资源种子,控制哪些因素更重要、更经济合理,一直是研究工作者探讨的问题^[12~14]。对于常规种子,包括大部分蔬菜种子,我们的试验证明,经过合理的技术将种子的含水量降到2.5%~4.5%,韭菜和番茄等种类可稍高于5%,可在不控制温度的室温条件下密封保

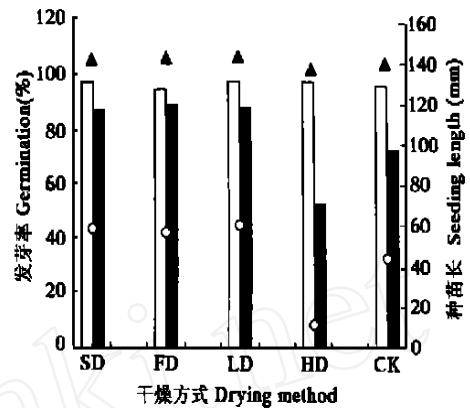


图1 用4种方式干燥的黄瓜种子经低温逆境处理(1 水浸2 d)后的发芽率和活力(种苗长)

处理前发芽率 处理后发芽率
处理前活力 处理后活力

SD: 硅胶干燥, FD: 真空冷冻干燥, LD: 低温低湿干燥, HD: 加温干燥, CK: 无干燥处理

Fig. 1 Germination capacity and vigor of ultra dried cucumber seeds after cold stress treatment

Germination before treatment
Germination after treatment

Vigor before treatment Vigor after treatment

SD: Silica gel drying; FD: Freeze-drying; LD: Low-tem. drying; HD: Heating drying; CK: Nondrying

存 10 年，而不改变其原始萌发能力。试验采用小粒种子，如白菜、茄子，大粒种子，如黄瓜，常温下保存寿命较短的种子，如韭菜，如果控制含水量在 5 % 以下，都可以在室温长期保存。

表 3 超干蔬菜种子室温储存 10 年后含水量、发芽率和种苗长度的变化

Table 3 Moisture content, germination and vigor of ultra-dried seeds of several vegetable species after stored at room temperature for 10 years

种 子 Seed	干燥方式 Drying method	含水量 Moisture content (%)			发芽率 Germination (%)			种苗长 Seedling length (mm)		
		0	1 Year	10 Years	0	1 Year	10 Years	0	1 Year	10 Years
白 菜 Chinese cabbage	硅胶 SD	3.0	3.0	3.0	99	98	99	76.3	66.9	70.0
	真空冷冻 FD	4.0	4.0	4.3	98	100	99	73.6	64.9	70.2
	低温低湿 LD	4.7	4.5	4.5	100	99	97	74.6	65.5	60.9
	加温 HD	3.9	3.9	3.7	99	99	99	73.8	67.0	60.7
	对照 CK	8.7	8.8	8.7	98	91	0	76.2	43.3	0
韭 菜 Leek	硅胶 SD	4.9	4.6	4.8	92	93	92	53.6	85.7	93.8
	真空冷冻 FD	5.5	5.5	5.8	97	93	92	57.4	90.2	92.2
	低温低湿 LD	5.7	5.7	5.6	94	96	92	52.9	91.3	93.6
	加温 HD	3.6	3.8	3.6	90	94	95	55.5	80.1	92.8
	对照 CK	7.3	7.3	7.1	93	95	0	52.5	90.5	0
番 茄 Tomato	硅胶 SD	4.6	4.4	4.3	89	90	93	38.9	28.5	74.4
	真空冷冻 FD	5.3	5.1	5.0	92	91	93	38.3	29.7	45.6
	低温低湿 LD	5.3	5.2	5.6	90	87	93	37.9	25.4	50.0
	加温 HD	4.4	4.2	4.3	86	94	90	34.2	30.4	54.5
	对照 CK	9.7	10.1	9.8	88	59	0	36.6	5.8	0
萝 卜 Radish	硅胶 SD	3.1	3.1	3.2	90	89	82	84.4	62.9	80.0
	真空冷冻 FD	3.7	3.7	4.1	88	89	89	82.3	79.0	70.0
	低温低湿 LD	4.4	4.6	4.6	84	88	61	78.3	78.4	29.8
	加温 HD	3.9	3.9	3.8	86	83	87	70.3	63.0	71.7
	对照 CK	8.9	9.2	5.7	80	69	0	71.2	36.1	0
茄 子 Eggplant	硅胶 SD	3.9	3.8	3.8	58	71	87	58.0	32.2	74.1
	真空冷冻 FD	3.3	3.3	3.2	66	71	78	66.0	29.1	66.9
	低温低湿 LD	4.4	4.6	4.5	56	69	82	56.0	27.7	66.1
	加温 HD	3.2	3.1	2.9	64	59	85	64.0	20.5	83.3
	对照 CK	7.1	6.4	6.3	72	80	85	72.0	38.3	64.5
黄 瓜 Cucumber	硅胶 SD	3.0	3.1	2.9	98	99	98	200.5	153.9	170.0
	真空冷冻 FD	4.0	4.2	3.8	99	97	92	202.5	153.0	122.4
	低温低湿 LD	4.2	4.6	4.5	99	98	86	204.5	150.7	70.7
	加温 HD	3.9	4.0	3.6	96	95	90	196.5	135.0	120.8
	对照 CK	8.6	9.0	8.2	96	42	0	197.5	12.8	0

综上所述，使用合适的干燥技术将一般耐干的蔬菜种子含水量降到 5 % 以下在室温下保存的方式可以用于种质资源库种子的长期保存，从而大大减少低温保存所需要的费用，也可以用于蔬菜生产用种的保存，减少制种复杂的蔬菜的繁种次数，灵活调节各生长季的供种数量。

参考文献：

1 Harrington J F. Biochemical basis of seed longevity. Seed Sci. Technol. , 1973 , 1: 453 ~ 461



- 2 Justice O L, Bass L N. Principles and practice of seed storage 26. Agriculture Handbook. London: Castle-House, 1979. 506
- 3 IBPGR. Cost-effective long-term seed stores. Rome: IBPGR, 1985.
- 4 Kong X H, Zhang H Y. The effect of ultra-dry methods and storage on vegetable seeds. Seed Sci. Res., 1998, 8: 41 ~ 45
- 5 Zheng G H, Jing X M, Tao K L. Ultra-dry seed storage cuts cost of gene bank. Nature, 1998, 393: 223 ~ 224
- 6 郑晓鹰. 经真空冷冻干燥后的低含水量蔬菜种子在不同温度下的保存效果. 种子, 1989, 2: 32 ~ 36
- 7 郑晓鹰. 冷冻干燥对改善蔬菜种子耐藏性及保持活力的效果. 种子, 1984, 3: 62 ~ 63
- 8 GB/T 3543.6-1995. 农作物种子检验规程.
- 9 郑晓鹰. 促进茄子种子萌发及提高发芽率方法的试验. 种子, 1987, 4: 22 ~ 24
- 10 Toole E H. The effect of light and other variables on the control of seed germination. Proc. Int. Seed Test. Assoc., 1961, 26: 659 ~ 673
- 11 Zheng X Y, Tao K L. Silica gel seed drying for germplasm conservation-practical guidelines. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter, 1988, 75, 76: 1 ~ 5
- 12 Walters C, Engel J. The effects of storing seeds under extremely dry conditions. Seed Sci. Res., 1998, 8: 3 ~ 8
- 13 Roberts E H, Ellis R H. Prediction of seed longevity at sub-zero temperatures and genetic resources conservation. Nature, 1977, 268: 431 ~ 433
- 14 Shen D, Qi X. Short and long-term effects of ultra-drying on germination and growth of vegetable seeds. Seed Sci. Res., 1998, 8: 47 ~ 53

Effect of Different Ultra-drying Methods on Vegetable Seeds for Long-term Storage

Zheng Xiaoying, Li Xiuqing, and Chen Hang

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100089)

Abstract : Vegetable seeds of 6 species were ultra-dried to 3.0 % - 5.5 % moisture content with 4 drying methods, heat drying at 45 °C, silica gel drying at 25 °C, low-temperature drying at 15 °C and freeze-drying at -20 °C. After 10 years preserved in sealed aluminum bags at room temperature (20 - 35 °C) the seeds of most species in original moisture content (7 % - 10 %) lost total germination capacity except eggplant. All species of ultra-dried seeds by silica gel, freeze-drying and heating drying methods maintained very high germination capacity which almost same as the original viability tested 10 years ago. The result indicate that the three drying methods can be used safely to ultra dry the 6 species of vegetable seeds. Viability of the vegetable seeds was not effect by the drying temperatures were applied in this experiment. Moisture content of the seed was key index for long-term storage at ambient temperature and 2.5 % - 4.5 % MC seems to be equal to the 6 species. Ultra-dried seeds of these species could be conserved safely at common temperature for at least 10 years. This could be an economical way for conservation of seeds of plant genetic resource.

Key words : Vegetable ; Seeds ; Drying technology ; Ultra-drying ; Conservation