

高温处理对不同状态水稻种子发芽率的影响

叶世青

(安远县农业和粮食局, 江西 安远 342100; 作者: ysqjg@126.com)

摘要:以 2 个早籼品种的超干种子、干种子、鲜种子、湿种子、露白种子为材料, 研究了高温处理对不同状态水稻种子发芽率的影响。结果表明, 水稻不同种子状态耐受高温能力存在极显著差异, 从强到弱依次为超干种子>干种子>鲜种子>湿种子>露白种子; 水温对种子发芽率的影响比气温更显著; 处理温度超过一定范围, 发芽率随着温度升高和时间延长极显著下降; 不同品种高温处理后的种子发芽率表现相同规律趋势, 但也存在极显著个体差异; 种子水分制约种子耐受高温能力, 种子水分含量越高, 耐受高温能力越弱。

关键词:水稻; 种子; 发芽率; 高温

中图分类号:S511.041 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2017)06-0047-06

水稻是世界上重要的粮食作物, 也是我国主要的栽培作物。在水稻生产实践中, 会对刚收获种子进行加温干燥处理^[1], 也会在播种前对种子进行晒种、高温消毒, 然后用温水浸种, 高温破胸催芽再播种。但农民在这些方面还存在许多认识误区, 认为刚收的种子可以像粮食一样曝晒干燥, 认为用热水烫种消毒、高温破胸催芽时温度越高越有利, 认为湿种子和干种子耐受高温的能力一样, 这些错误认识会导致对种子处理不当, 特别是高温处理方法不当会伤害种子, 致使种子发芽率下降, 甚至播种后种子不能正常出苗, 给水稻生产带来重大损失。基于此, 要科学进行种子高温处理, 达到既可以灭杀种源病虫害, 又可以提高种子发芽率, 保证水稻种子活力^[2]。关于水稻种子活力的研究国内有不少报道^[3-8], 研究方法较多采用种子浸泡液电导率和高温高湿加速老化试验测定种子活力。影响种子活力因素复杂, 有遗传、生态环境、生产加工贮藏等因素^[9-12]。笔者根据当地水稻生产实际情况, 以 2 个籼稻品种的超干种子、干种子、鲜种子、湿种子、露白种子为材料, 进行高温处理, 然后测定其发芽率并比较分析, 旨在探讨不同因素对水稻种子发芽率的影响规律。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用江西安远无休眠性的地方早籼常规品种泰香稻和大禾谷 2 个品种为材料, 种子取自安远县欣山镇濂江村一种粮农户于 2016 年 7 月收获的早稻。

材料准备:每个品种从刚收割脱粒稻谷中, 经精选除去秕粒杂质后称取 15 kg, 然后从中称取种子 3 kg

作鲜种子材料放在冰箱冷藏, 其余种子在太阳下自然晒干后贮藏在干燥器内待用, 然后高温处理成超干种子、干种子、湿种子和露白种子。鲜种子是指刚收割脱粒没有经过干燥而含水量较高的种子; 干种子指收割脱粒的种子经过太阳自然晒干的种子, 种子水分降至 10%~13% 范围内; 超干种子指干种子在恒温干燥箱用 60℃ 烘 24 h, 水分降至 5%~7% 之间的种子; 湿种子指干种子在 30℃ 水温浸种 12 h 成为含水量在 30% 左右的种子; 露白种子是指经过浸种处理的干种子在种子发芽培育箱内于 30℃ 条件下培育 40 h 已破胸露根的种子。试验主要仪器有恒温干燥箱、种子发芽培育箱、分析天平。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计

试验设置种子状态、温度形式、处理时间、处理温度 4 个因素。种子状态设超干种子、干种子、鲜种子、湿种子、露白种子 5 个水平, 温度形式设水温和气温 2 个水平, 处理时间设 10 min、60 min、360 min 3 个水平, 处理温度设 35℃、45℃、55℃、65℃、75℃、85℃ 6 个水平。试验设 3 次重复。

1.2.2 试验高温处理

将超干种子、干种子、鲜种子、湿种子、露白种子作一批次分气温或水温按照设计处理时间和温度分别在恒温干燥箱进行高温处理。在进行高温处理前需先进行材料预备, 如露白种子必须经浸种催芽。先在恒温干

收稿日期: 2017-08-12

表 1 高温处理不同种子状态平均发芽率测定结果 (%)

种子状态	温度形式	处理时间 (min)	泰香稻						大禾谷					
			35℃	45℃	55℃	65℃	75℃	85℃	35℃	45℃	55℃	65℃	75℃	85℃
超干种子	气温	10	88	90	89	89	90	89	92	90	93	91	92	91
		60	89	88	90	89	88	90	91	92	90	93	90	92
		360	90	91	89	90	89	88	93	92	90	94	92	91
	水温	10	89	88	90	88	0	0	93	92	90	89	0	0
		60	90	89	88	0	0	0	92	90	91	0	0	0
		360	89	90	12	0	0	0	93	92	18	0	0	0
干种子	气温	10	90	89	91	90	88	90	92	91	92	93	92	91
		60	90	91	88	89	90	38	93	90	91	92	90	61
		360	88	90	89	91	89	43	92	94	90	93	91	64
	水温	10	87	90	89	62	0	0	91	93	90	91	0	0
		60	91	88	90	0	0	0	90	91	92	0	0	0
		360	90	87	8	0	0	0	92	90	16	0	0	0
鲜种子	气温	10	89	88	90	88	30	0	90	92	91	91	82	0
		60	90	89	88	89	0	0	92	93	90	90	53	0
		360	88	90	89	64	0	0	93	91	92	72	0	0
	水温	10	90	89	88	0	0	0	91	90	90	49	0	0
		60	88	90	89	0	0	0	90	92	91	0	0	0
		360	90	88	36	0	0	0	92	91	47	0	0	0
湿种子	气温	10	90	89	90	78	10	0	92	90	92	90	39	0
		60	88	90	88	73	0	0	90	91	90	86	0	0
		360	89	88	89	36	0	0	91	90	93	44	0	0
	水温	10	89	90	91	0	0	0	91	90	91	0	0	0
		60	88	89	34	0	0	0	90	91	66	0	0	0
		360	90	88	10	0	0	0	93	92	0	0	0	0
露白种子	气温	10	89	90	88	15	0	0	92	93	91	58	0	0
		60	90	88	27	0	0	0	90	92	74	0	0	0
		360	88	89	0	0	0	0	91	90	0	0	0	0
	水温	10	90	89	0	0	0	0	92	91	42	0	0	0
		60	88	78	0	0	0	0	90	89	0	0	0	0
		360	89	20	0	0	0	0	91	85	0	0	0	0

燥箱内放 1 只 1 000 mL 的烧杯(气温指烧杯内无水时的温度,水温指烧杯内 500 mL 水的温度),并在杯内放 1 支温度计,将恒温干燥箱的温度设置成比处理温度高 5℃的温度,当气温比处理温度高 4℃(而水温比处理温度高 2℃),把已准备好的 400 粒种子放入烧杯中,然后将杯中的温度稳定在处理温度±2℃之间,开始计算时间,恒温干燥箱的温度重新设置成处理温度,烧杯内实测温度控制在处理温度±2℃,到达处理时间后立即取出烧杯中的种子放在托盘中冷却,然后立即进行发芽率测定。

1.2.3 发芽率测定

高温处理后的种子参照 GB/T3543-1995.4《农作物种子检验规程》^[13]有关标准进行发芽试验,4 次重复,14 d 后计算发芽率。发芽率=正常幼苗/供检种子数×100。

1.2.4 种子水分测定

每种种子状态的材料预备后要进行高温处理前取

出部分种子按照 GB/T3543-1995.6《农作物检验规程》^[13]有关标准进行种子水分烘干测定,2 次重复。超干种子、干种子采用高温烘干法,在 130℃~133℃条件下烘 1 h 后计算种子含水量,种子水分=(样品及铝盒烘前的质量-样品及铝盒烘后的质量)/(样品及铝盒烘前的质量-铝盒的质量)×100。鲜种子、湿种子、露白种子第 1 次种子水分测定采用 103℃烘 30 min 预先烘干,第 2 次种子水分测定采用高温烘干 130℃~133℃烘 1 h 后计算水分,种子水分=第 1 次种子水分+第 2 次种子水分-(第 1 次种子水分×第 2 次种子水分)/100。

1.2.5 数据处理

所得试验数据采用 SPSS 19.0 和 Excel 进行统计分析,并对不同的处理因素进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 高温处理对不同状态种子发芽率的影响

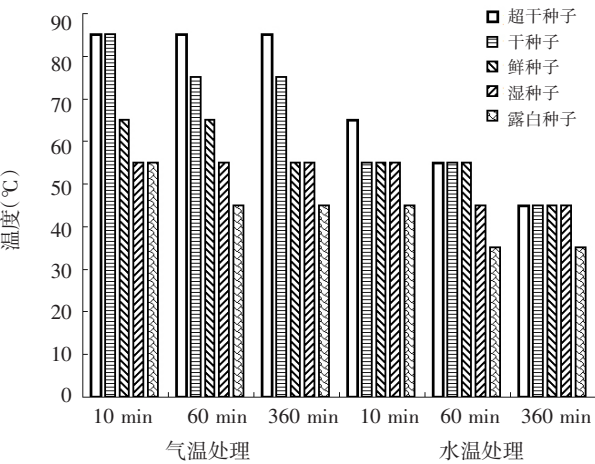


图 1 不同状态种子安全发芽耐受相对最高温度

表 2 不同状态种子的种子发芽率的平均数、显著性、标准差及变异系数 (%)

种子状态	平均数 (\bar{X})	标准差 (S)	变异系数 (CV)
超干种子	68.17 aA	38.7640	0.5686
干种子	65.61 aA	38.6966	0.5898
鲜种子	56.53 bB	42.3689	0.7494
湿种	47.91 cC	43.1111	0.8998
露白种子	34.30 dD	42.2846	1.2328

同列数据后不同大、小写字母表示差异在 0.01 和 0.05 水平显著。下同。

表 3 不同温度形式的种子发芽率的平均数、显著性、标准差及变异系数 (%)

温度形式	平均数 (\bar{X})	标准差 (S)	变异系数 (CV)
气温	67.53 aA	37.1442	0.5500
水温	40.27 bB	43.6003	1.0827

从表 1 可见,在相同温度形式、相同处理时间条件下不同状态种子受高温处理能安全发芽的最高耐受温度存在差异,如在气温处理 360 min,超干种子是 85℃,干种子是 75℃,鲜种子和湿种子是 55℃,露白种子是 45℃,说明超干种子耐受处理温度最高,露白种子耐受处理温度最低。在相同温度形式、相同处理温度、相同处理时间条件下不同状态种子在高温处理后的发芽率存在差异,如在气温 75℃处理 10 min,2 个品种超干种子的发芽率分别是 90%和 92%,干种子的发芽率分别是 88%和 92%,鲜种子的发芽率分别是 30%和 82%,湿种子的发芽率分别是 10%和 39%,露白种子的发芽率均为 0,说明超干种子耐受高温后发芽能力最强,露白种子耐受高温后发芽能力最弱。相同温度形式、相同处理温度条件下不同状态种子耐受高温处理时间存在

差异,如在气温 85℃条件下,超干种子处理 360 min 2 个品种的发芽率分别是 88%和 91%,干种子处理 60 min 2 个品种的发芽率分别是 38%和 61%,鲜种子、湿种子、露白种子处理 10 min 后的发芽率均为 0;又如在气温 65℃条件下,超干种子处理 360 min 2 个品种的发芽率分别是 90%和 94%,湿种子处理 10 min 2 个品种的发芽率分别是 15%和 58%,说明超干种子耐受高温处理时间最长,露白种子耐受高温处理时间最短。

如图 1 所示,在相同温度形式、相同时间处理条件下,超干种子安全发芽耐受温度最高,而露白种子耐受温度最小。

从表 2 可知,超干种子发芽率与干种子发芽率相比有差异但不显著,而超干种子和干种子发芽率与鲜种子、湿种子、露白种子的发芽率相比差异极显著,且鲜种子、湿种子和露白种子的发芽率相互间存在极显著差异。从变异系数看,超干种子 (0.5686)<干种子 (0.5898)<鲜种子 (0.7494)<湿种子 (0.8998)<露白种子 (1.2328),说明超干种子的发芽率受高温处理影响小,露白种子的发芽率受高温处理影响大。

可见,水稻不同状态种子的发芽率耐受高温能力有极显著差异,表现为超干种子>干种子>鲜种子>湿种子>露白种子,即超干种子耐受高温能力最强,露白种子耐受高温能力最弱。

2.2 温度形式对种子发芽率的影响

从表 1 可见,在相同种子状态、相同处理时间和相同处理温度条件下,水温比气温处理更易使种子发芽率下降,如干种子在水温 65℃处理 60 min 后,2 个品种的发芽率均为 0,而在气温下分别是 89%和 92%;湿种子在水温为 55℃处理 60 min 后,2 个品种的发芽率分别是 34%和 66%,而气温处理后分别是 88%和 90%。在相同种子状态、相同处理时间条件下,水温比气温对种子发芽率影响更大,干种子在水温 65℃处理 60 min,2 个品种的种子发芽率均为 0,而在气温 75℃处理 60 min 还有 90%;超干种子在水温 55℃处理 360 min,2 个品种的种子发芽率分别为 12%和 18%,而在气温 85℃处理 360 min 分别还有 88%和 91%。在相同种子状态、相同处理温度条件下,水温比气温能在更短时间内使种子发芽率下降,湿种子在 55℃水温处理 60 min,2 个品种的种子发芽率分别是 34%和 66%,而相同温度条件下气温处理 360 min 分别还有 89%和 93%;干

表 4 不同高温处理时间的种子发芽率的平均数、显著性、标准差及变异系数 (%)

处理时间 (min)	平均数 (\bar{X})	标准差 (S)	变异系数 (CV)
10	61.05 aA	40.9093	0.6701
60	53.68 bB	42.9563	0.8002
360	46.99 cB	43.3457	0.9224

表 5 不同处理温度种子发芽率的平均数、显著性、标准差及变异系数 (%)

处理温度 ($^{\circ}\text{C}$)	平均数 (\bar{X})	标准差 (S)	变异系数 (CV)
35	90.32 aA	1.5676	0.0174
45	88.72 aA	9.3012	0.1048
55	65.55 bB	36.0444	0.5416
65	40.79 cC	42.2306	1.0353
75	21.58 dD	37.1681	1.7223
85	15.47 eE	32.3982	2.0943

种子在 75 $^{\circ}\text{C}$ 处理下,2 个品种的发芽率在水温处理 10 min 均为 0,而在气温处理 360 min 分别还有 89%和 91%。

如图 1 所示,在相同种子状态、相同处理时间条件下,各种子能安全发芽耐受的相对最高温度气温处理要比水温处理高。

从表 3 可见,气温处理和水温处理对种子发芽率的影响差异极显著。从变异系数看,气温处理变异系数(0.5500)<水温处理变异系数(1.0827),说明气温处理对水稻种子发芽率影响小且较稳定,水温处理对水稻种子发芽率影响大。

2.3 处理时间对种子发芽率受的影响

从表 1 可见,干种子在水温 35 $^{\circ}\text{C}$ ~45 $^{\circ}\text{C}$ 范围内处理 10 min、60 min、360 min,2 个品种的发芽率分别在 87%~91%和 90%~93%之间,种子发芽率无显著差异,但当水温升高到 55 $^{\circ}\text{C}$ 时,2 个品种的发芽率在处理 10 min 时分别是 89%和 90%,而在处理 360 min 后则分别下降为 8%和 16%。鲜种子在气温 35 $^{\circ}\text{C}$ ~55 $^{\circ}\text{C}$ 范围内处理 10 min、60 min、360 min,2 个品种的发芽率分别在 88%~90%和 90%~93%之间,种子发芽率无显著差异,但当气温升高到 65 $^{\circ}\text{C}$ 时,2 个品种的发芽率在处理 10 min 后分别是 88%和 91%,而在处理 360 min 后分别下降为 64%和 72%。

如图 1 所示,不论是水温处理还是气温处理,处理时间短,种子安全发芽能耐受的最低温度相对较高;处理时间长,种子安全发芽能耐受的最低温度相对较低。

从表 4 可见,不同处理时间对种子发芽的影响差

异达极显著水平且变异系数表现为处理时间 10 min (0.6701)<处理时间 60 min(0.8002)<处理时间 360 min (0.9224),说明随着处理时间的延长变异系数在增大,短时间(10 min)高温处理对水稻种子发芽率影响小,长时间高温处理对水稻种子发芽影响大。

2.4 处理温度对种子发芽率的影响

从表 1 可见,鲜种子在气温为 35 $^{\circ}\text{C}$ ~65 $^{\circ}\text{C}$ 范围内处理 10 min,2 个品种的发芽率分别在 88%~90%和 90%~92%之间,各处理差异不显著,但当温度升高至 75 $^{\circ}\text{C}$,2 个品种的发芽率分别下降为 30%和 82%,温度升高至 85 $^{\circ}\text{C}$,2 个品种发芽率为 0。干种子在水温 35 $^{\circ}\text{C}$ ~45 $^{\circ}\text{C}$ 范围内处理 360 min,2 个品种的发芽率分别在 87%~90%和 90~92%之间,差异不显著,当温度升高至 55 $^{\circ}\text{C}$,2 个品种的发芽率分别下降为 8%和 16%,温度升高至 65 $^{\circ}\text{C}$,2 个品种发芽率均为 0。

从表 1 可知,处理温度分为温和段、温敏段、温失段^[4]。温和段是指特定处理条件下即在特定种子状态和温度形式下,高温处理时间相对较宽,如处理 10 min、60 min、360 min 的发芽率无显著下降的处理温度范围,鲜种子在气温处理的温和段是 35 $^{\circ}\text{C}$ ~55 $^{\circ}\text{C}$,处理时间 10 min、60 min、360 min 2 个品种发芽率分别在 88%~90%和 90%~93%之间,处理间差异不显著。温敏段指特定处理条件下,必须严格掌握处理时间和处理温度,处理温度高,处理时间要短,就不会使种子发芽率显著下降的处理温度范围,鲜种子在气温处理的温敏段范围是 55 $^{\circ}\text{C}$ ~65 $^{\circ}\text{C}$,处理温度 65 $^{\circ}\text{C}$ 、处理时间在 60 min 发芽率就不会显著下降,而处理时间在 360 min,2 个品种发芽率会显著下降至 64%和 72%。温失段指在特定处理条件下,短时高温处理就会使种子发芽率极显著下降的温度范围,鲜种子在气温处理的温失段是 $\geq 75^{\circ}\text{C}$,2 个品种在此气温下处理 10 min 发芽率分别下降至 30%和 82%。温和段是高温处理安全温度,温敏段是高温处理临界敏感温度,而温失段是非安全温度。

从表 5 可见,35 $^{\circ}\text{C}$ 和 45 $^{\circ}\text{C}$ 处理温度的种子发芽率有差异,但不显著,其余处理温度之间种子的发芽率差异极显著;从变异系数看,35 $^{\circ}\text{C}$ 处理(0.0174)<45 $^{\circ}\text{C}$ 处理(0.1048)<55 $^{\circ}\text{C}$ 处理(0.5416)<65 $^{\circ}\text{C}$ 处理(1.0353)<75 $^{\circ}\text{C}$ 处理(1.7223)<85 $^{\circ}\text{C}$ 处理(2.0943),说明随着处理温度升高,变异系数增大,对水稻种子的发芽率影响增大;水稻种子发芽率在低温度处理时差异小,高温处理差异大,种子发芽率下降快。

表 6 不同品种种子发芽率的平均数、显著性、标准差及变异系数

品种	平均数 (\bar{X})	标准差 (S)	变异系数 (CV)
泰香稻	51.78 aA	42.4931	0.8206
大禾谷	56.03 bB	42.8872	0.7654

表 7 不同状态种子高温处理前种子水分测定结果

品种	超干种子	干种子	鲜种子	湿种子	露白种子
泰香稻	6.0	11.5	35.7	30.3	35.2
大禾谷	5.8	10.9	33.5	29.5	35.4
平均水分	5.9	11.2	34.6	29.9	35.3

表 8 处理时间温度及种子水分与种子发芽率相关系数

因素变量	处理时间	处理温度	种子水分
相关系数	-0.9135**	-0.9789**	-0.8302**

2.5 不同品种种子发芽率

从表 1 可见,超干种子在气温 35℃~85℃条件下处理 360 min,2 个品种发芽率下降不显著,但品种间存在差异,泰香稻发芽率为 88%~91%,而大禾谷发芽率为 90%~94%。鲜种子在气温 35℃~55℃条件下处理 360 min,2 个品种发芽率下降不显著;但当温度上升到 65℃,2 个品种发芽率同时下降,下降幅度品种间存在差异,泰香稻下降至 64%,大禾谷下降至 72%;温度上升至 75℃,2 个品种发芽率均为 0。干种子在水温 35℃~55℃条件下处理 10 min,2 个品种发芽率下降不显著。但当温度上升至 65℃,泰香稻发芽率下降至 62%,大禾谷发芽率为 91%;温度上升至 75℃,2 个品种发芽率均为 0。

从表 6 可见,2 个品种间种子发芽率差异极显著;从变异系数看,泰香稻(0.8206)>大禾谷(0.7654),说明泰香稻种子发芽率受高温的影响要比大禾谷大。

2.6 种子水分对种子发芽率的影响

从表 7 可知,2 个品种同一状态种子含水量差异小,差异在 0.2%~2.2%之间;而不同状态种子所含水分差异大,超干种子为 5.9%、干种子为 11.2%、湿种子为 29.9%、鲜种子为 34.6%、露白种子为 35.3%。结合表 7、表 1 结果可知,超干种子含水量最低,其耐受高温能力最强,露白种子含水量最高,其耐受高温能力最弱;不同状态种子发芽耐受高温的程度差异极显著,如在气温处理 360 min 条件下,超干种子安全发芽耐受相对最高温度是 85℃,干种子是 75℃,湿种子是 55℃。

2.7 高温处理相关性分析

从表 8 可以得出,处理时间、处理温度、种子含水

量与种子发芽率间存在着极显著负相关,处理时间越长、处理温度越高和种子含水量越大,种子发芽率下降越快。

3 讨论

农作物种子在加温干燥过程中有一个基本要求,即必须保证种子的活力不受到损害,在此前提下,需尽快将水分降低到安全标准以下,以便贮藏到播种期或更长时间而仍有旺盛的发芽力,这是粮食干燥和种子干燥的根本区别^[1]。本试验结果表明,刚收获水稻是鲜种子,鲜种子含水量高达 34.6%,在气温 65℃条件下烘干不安全,在气温 45℃~55℃之间烘干比较安全。刚收获种子要在晒场晒干,严禁像食用稻谷一样在夏季炎热阳光下暴晒,晒场的温度应控制在 55℃以内;用烘干机烘干水稻种子,开始由于种子含水量高,烘干温度应控制在 45℃~50℃之间,等含水量下降到 18%以下,温度可升到 50℃~55℃继续烘,直至水分降到安全贮藏水分(13%)以下。播种前的水稻种子要晒种消毒,可以把种子先在上半较低温度条件下晒 4 h 左右,然后在较高温度的中午和下午继续再晒 6 h 左右,既可以杀死附在种子表面的病虫害源,起消毒作用,又不会损伤种子,影响发芽率。不宜直接将种子在中午高温炎热条件下暴晒。

农民多采用药剂浸种、晒种、热水烫种等办法对种子进行消毒,而较少采用高温消毒,主要原因是由于相关技术不易掌握,稍不注意就会导致种子发芽率下降。种子高温消毒首先要选择合适的种子状态,超干种子、干种子、湿种子可以采用高温消毒,露白种子耐高温能力差,不宜采用高温消毒。其次选择合适的处理温度形式。温度形式有两种:一种是采用干热消毒,把种子放在恒温干燥箱通过气温加热消毒,超干种子、干种子、湿种子可以采用干热消毒;另一种是湿热消毒,即把种子放在温度恒定的热水中消毒,干种子可采用湿热消毒。选择合适的处理温度和时间,这点特别关键。干种子在 65℃热水中烫种 10 min 进行湿热消毒或湿种子在 65℃气温进行干热消毒 10 min,都会使种子发芽率严重下降。因此,进行种子高温消毒时,一定要把握各种种子状态在水温或气温处理的温和段、温敏段和温失段范围,确保种子安全发芽。据本次试验结果,超干种子耐高温能力最强,进行干热消毒最安全有效^[16-18]。超干种子干热高温消毒具体办法是:播种前把干种子放在 45℃恒温干燥箱烘 4~6 h,使种子水分降至安全标

准水分(13%)以内;然后把恒温干燥箱温度设置成60℃,继续烘18~20 h,使种子水分降到5%~7%;最后恒温干燥箱设置成80℃~85℃气温烘6~10 h,或设置成75℃~80℃气温烘24 h,这样可以有效杀灭种源病虫害,还能保持种子活力不下降。超干种子耐高温能力机理值得今后进一步探讨研究。

水稻播种前一般要先经过科学浸种、高温破胸催芽,然后播种。在生产实践中,笔者常发现农民存在以下操作问题:用超过55℃的温水浸种,且时间超过6 h;把种子放在锅中加热高温破胸,在操作过程中易使处理温度超过65℃且时间超过10 min;催芽时用超过45℃的热水浸露白种子达1 h以上。这些操作都会伤害种子,使种子发芽率显著下降,甚至为0。本试验表明,干种子在55℃水温浸种6 h,湿种子在65℃气温处理10 min,露白种子在45℃水温浸种1 h都会使发芽率严重下降。基于此,浸种的水温不宜超过35℃,如浸种温度高则浸种时间要短,春季浸种水温是15℃、浸种时间需24 h,夏季浸种的水温是30℃、浸种时间只要12 h;高温破胸处理气温不要超过45℃,应控制在33℃~38℃之间,处理时间在30 h左右,这样会比较安全;破胸后成为露白种子,由于露白种子耐高温能力最弱,催芽气温应控制在25℃左右,在此温度下再培育24 h左右就可以播种。

参考文献

- [1] 楼锡元. 水稻种子加温干燥的研究[J]. 种子, 1984(4):23-31.
- [2] 叶世青. 高温处理对杂交水稻种子发芽率的影响 [J]. 杂交水稻, 2011, 26(6):34-36.
- [3] 郑则安. 水稻种子活力的研究 [J]. 福建省农学院学报, 1986(1):

35-40.

- [4] 张文明, 倪安丽, 王昌初. 杂交水稻种子活力的研究 [J]. 种子, 1998(2):7-10.
- [5] 颜启传, 李稳香. 杂交水稻种子活力与田间生产性能的关系[J]. 中国农业科学, 1995, 28(S):90-98.
- [6] 杨亚平, 姜孝成, 陈良碧, 等. 水稻种子老化的生理机制[J]. 湖南农业大学学报, 2008, 34(3):265-269.
- [7] 曹文亮, 肖层林, 付爱斌, 等. 高温老化处理对陆两优996制种不同收获时期种子活力的影响 [J]. 湖南农业大学学报, 2010, 36(1):5-8.
- [8] 段永红, 李小湘, 李卫红. 利用电导法测定杂交水稻种子活力的探讨[J]. 湖南农业科学, 2010(23):17-19.
- [9] 傅家瑞. 种子活力及其生化基础[J]. 种子, 1984(3):3-8.
- [10] 朱诚, 刘信, 曾广文, 等. 不同水稻品种种子耐超干性差异及其热稳定蛋白的研究[J]. 中国水稻科学, 2001, 15(4):287-290.
- [11] 周军, 周建明. 影响水稻种子发芽的主要因素及控制途径[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(12):3 520-3 523.
- [12] 孙群, 王建华, 孙宝启. 种子活力的生理和遗传机理研究进展[J]. 中国农业科学, 2007, 40(1):48-53.
- [13] 国家技术监督局. GB/T3543-1995. 农作物种子检验规程 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [14] 叶世青, 梅跃明, 梅伟春, 等. 高温处理对玉米种子发芽率的影响 [J]. 现代农业科技, 2016(20):16-17.
- [15] 宋顺华, 郑晓鹰. 干热灭菌处理技术——一种防治种传病虫害的有效方法[J]. 蔬菜, 2008(10):41.
- [16] 支巨振, 毕辛华. 超低水分贮存对水稻种子生活力及生理特性的影响[J]. 种子, 1991, 54(4):19-23.
- [17] 张玉兰, 汪晓峰, 景新明, 等. 水稻种子含水量及其对贮藏寿命的影响[J]. 中国农业科学, 2005, 38(7):1 480-1 486.
- [18] 胡群文, 卢新雄, 辛萍萍, 等. 水稻种子在不同气候区室温贮藏的适宜含水量及其存活特性[J]. 中国水稻科学, 2009, 23(6):621-627.

Effects of High Temperature on Germination Rate of Rice Seed

YE Shiqing

(Anyuan County Agriculture and Food Bureau, Anyuan, Jiangxi 342100, China; Author: ysqjg@126.com)

Abstract: The effects of high temperature on germination rate of rice seed were studied, using the ultra dry seeds, dry seed, fresh seed, wet seed, white seed of two early *indica* rice varieties as materials. The results showed that there were significant differences in high temperature tolerance ability of ultra dry seeds, dry seeds, fresh seeds, wet seeds and white seeds, performance for ultra dry seeds>dry seeds>fresh seeds>wet seeds>white seeds. The effects of water temperature on germination rate was more significant than temperature. The germination rate was decreased with the increase of treatment temperature and treatment time significantly in a certain range. The seed germination rate of different rice showed the same trend after temperature treatment, but there were also significant individual differences. The seed moisture content restricts the ability of high temperature resistance, the higher the moisture content of seeds, the weaker the resistance to heat.

Key words: rice; seed; germination rate; high temperature