

采后 NaClO 水浴处理对板栗沙藏效果的影响

梁丽松¹, 王贵禧^{1*}, 杨小胡²

(1 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2 湖南省林业科学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 以‘燕昌’板栗为试材, 研究了采后不同浓度 NaClO (100, 500, 1 000 mg·L⁻¹) 水浴处理对板栗沙藏效果的影响。研究表明: 500 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理有利于降低板栗在沙藏期间 (30~150 d) 的淀粉水解, 有利于保持沙藏后期的淀粉含量。1 000 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理抑制了蛋白质的降解, 其它处理与对照没有差异。水浴处理促进了板栗在处理期间的乙醇积累, 在沙藏过程中乙醇逐渐消失并且与对照没有差异。NaClO 水浴处理对抑制沙藏板栗的发芽和腐烂有明显作用, 经 150 d 沙藏, 500 mg·L⁻¹ 处理的发芽率和腐烂率均为 2%, 1 000 mg·L⁻¹ 处理的均为 0。500, 1 000 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理有利于提高沙藏板栗的质量。

关键词: 板栗; 沙藏; NaClO; 水浴处理; 贮藏效果

中图分类号: S664.2

文献标识码: A

The Effects of Postharvest Sodium Hypochlorite Water Curing on the Sand Storage Quality of Chinese Chestnut (*Castanea mollissima*)

LIANG Lìsong¹, WANG Guixi¹, YANG Xiaohu²

(1 Research Institute of forestry, CAF, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Beijing 100091, China

2 Hunan Forestry Institute, Changsha 410004 Hunan, China)

Abstract The paper deals with the effects of postharvest treatments of sodium hypochlorite (100, 500, 1 000 mg·L⁻¹) water curing on quality of Chinese chestnut (*Castanea mollissima* Blume cv. Yanchang) during sand storage. The results are as follows: Postharvest treatments with 100 and 500 mg·L⁻¹ NaClO water curing could slow down the hydrolysis of starch during sand storage and keep the soluble sugar contents at the late storage period. 1 000 mg·L⁻¹ NaClO water curing could maintain the content of protein, but there was no significant difference of protein contents between other treatments and control. Alcohol could accumulate in chestnut during water curing treatments, and it was reduced to the level of control during sand storage. NaClO water curing treatments had the remarkable effects on prohibiting chestnut from decay and sprouting: the rate of decay or sprouting were 2% for 500 mg·L⁻¹ NaClO and 0% for 1 000 mg·L⁻¹ NaClO when sand stored for 150 d. The conclusion was that 500 and 1 000 mg·L⁻¹ NaClO water curing had better effects on sand storage of chestnut.

Key words chestnut; sand storage; NaClO; water curing; storage quality

我国板栗产区农民贮藏板栗较多采用沙藏方式。与冷藏和气调贮藏相比, 沙藏成本低、操作简便、适合农家小规模贮藏, 但沙藏受当地环境气候的影响较大, 尤其到贮藏后期, 板栗大量发芽、腐烂, 丧

收稿日期: 2005-06-09; 修回日期: 2006-10-16

基金项目: 国家林业局“948”项目 (2004-4-54)

作者简介: 梁丽松 (1972-), 女, 硕士, 副研究员, 从事林果采后生理、病理与保鲜技术研究。

* 通讯作者

失商品价值^[1-5]。有关提高沙藏板栗质量、控制沙藏板栗发芽的研究未见报道。本文通讯作者在同意大利 Fabio 教授交流时了解到的板栗采后水浴处理技术, 板栗贮藏前经一定强度的水浴处理, 可以影响板栗在贮藏期间的生理代谢, 在水浴处理时加入 NaClO, 对抑制板栗的腐烂和发芽均有良好的作用。本文以北京‘燕昌’板栗为试材, 探讨采后不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗贮藏效果的影响, 以期通过 NaClO 处理达到保持板栗品质、控制板栗发芽、延长贮藏保鲜期的目的。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用板栗采自北京市昌平区下庄, 品种为燕昌 (*Castanea mollissima* Blume cv Yanchang)。正常采收后及时去刺苞, 装袋运至中国林业科学研究院林业研究所林果保鲜实验室, 进行不同浓度 NaClO 水浴处理。

1.2 试验方法

NaClO 浓度设定 (按有效氯浓度计算): 100、500、1 000 mg·L⁻¹。

水浴处理: 每个处理用板栗 21 kg 分别在不同浓度 NaClO 水溶液中进行水浴处理 (水:果 (V/V) = 3:2), 当溶液 pH 值下降到 5.0 时, 将板栗取出, 晾干至恢复原质量后, 分成 3 份, 每份 7 kg 在农家院中按传统方法进行沙藏。以不进行 NaClO 水浴处理的沙藏板栗为对照。

传统沙藏方法: 选择阴凉干燥、排水良好处挖坑, 每坑深 0.6 m、长宽各 0.5 m, 坑底铺垫一层厚 0.06 m 的洁净河沙, 湿沙的含水量为 90 g·kg⁻¹, 将 3.5 kg 板栗与湿沙混匀后放入坑中, 在其上铺垫一层厚 0.06 m 的洁净河沙后, 剩余的 3.5 kg 板栗与湿沙混匀后放入坑中, 在其上覆盖 0.2 m 厚的河沙, 再覆盖 0.25 m 沙土即可。每坑间隔 0.3 m。板栗埋沙后, 在其上方搭建遮阴、防风、防雨棚栅, 当地下温度低于 -2℃、地表温度低于 -5℃时, 需用 0.3 m 厚的玉米秸杂草覆盖 (保温层)。当地下温度低于 -2.5℃、地表温度低于 -7℃时, 需加盖 2 层地膜, 再用玉米秸杂草覆盖以提高保温效果。当地表温度回升至 2℃、地表温度至 5℃时, 去掉地膜, 只覆盖玉米秸杂草, 保持地下温度的稳定。

1.3 测定指标与方法

每月取样 1 次, 每处理取样 50 粒, 测定理化

指标。

1.3.1 淀粉含量测定 3,5-二硝基水杨酸比色法 (DNS法)^[6]。

1.3.2 可溶性糖含量测定 3,5-二硝基水杨酸比色法 (DNS法)^[6]。

1.3.3 可溶性蛋白质含量测定 考马斯亮蓝 G-250 法^[7]。

1.3.4 发芽率调查 随机取 50~100 粒板栗, 以胚芽萌动即视为发芽, 统计发芽率。

1.3.5 腐烂率调查 随机取 50~100 粒板栗, 从中间十字对切后调查栗实腐烂率。

1.3.6 乙醇含量 氧化还原滴定法^[8]。

1.4 数据处理

差异显著性分析采用 SPSS 软件进行邓肯氏新复极差测验。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗发芽率的影响

从表 1 可见, 对照板栗出现发芽的时间早于 NaClO 水浴处理; 对照板栗沙藏 120 d 时发芽率为 9%, 而此时 NaClO 水浴处理的板栗均未发芽; 沙藏至 150 d 时对照板栗发芽率为 10%, 100、500 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理的发芽率分别为 8% 和 2%, 1 000 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理的板栗没有发芽, 处理与对照间差异显著 ($p \leq 0.01$), 并且发芽率与 NaClO 浓度负相关 ($r^2 = -0.8184$)。由此可见, NaClO 水浴处理对抑制沙藏板栗的发芽有明显作用, 且 1 000 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理完全抑制了板栗发芽。

表 1 板栗沙藏期间发芽率的变化 %

处理	沙藏时间/d					
	0	30	60	90	120	150
CK	0	0	0	0	9	10
100 mg·L ⁻¹ NaClO	0	0	0	0	0	8
500 mg·L ⁻¹ NaClO	0	0	0	0	0	2
1 000 mg·L ⁻¹ NaClO	0	0	0	0	0	0

2.2 不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗腐烂率的影响

表 2 所示, 沙藏 0~90 d 各处理和对照板栗均没有腐烂; 沙藏 120 d 时, 对照板栗的腐烂率为 5%, 而水浴处理的板栗没有腐烂; 沙藏 150 d 时, 对照板栗的腐烂率达到 8%, 100、500 mg·L⁻¹ NaClO 水浴处理的板栗也出现腐烂, 腐烂率均为 2%, 但显著低

于对照 ($p \leq 0.05$), 而 $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理板栗则没有腐烂。可见, NaClO 水浴处理可显著延缓和降低板栗的腐烂。

表 2 板栗沙藏期间腐烂率的变化 %

处理	沙藏时间 /d					
	0	30	60	90	120	150
CK	0	0	0	0	5	8
$100\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$	0	0	0	0	0	2
$500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$	0	0	0	0	0	2
$1000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$	0	0	0	0	0	0

2.3 不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗淀粉含量的影响

如图 1 可见, 随着贮藏时间的延长, 板栗淀粉含量逐渐下降。沙藏的前 30 d 及 60~90 d 对照板栗淀粉含量的下降速率较快, 说明这两个时期的生理代谢较旺盛, 淀粉水解速率大。 NaClO 水浴处理板栗的淀粉含量的变化趋势与对照不同。水浴处理结束时, 各处理板栗的淀粉含量均低于对照, 但没有显著差异, 说明水浴处理期间没有显著促进淀粉的水解。 $100\ 500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 水浴处理板栗的淀粉含量在沙藏的前 90 d 下降速率较快, 此后二者的下降速率较缓慢, 且始终显著高于对照 ($p \leq 0.05$); 而 $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理板栗的淀粉含量在沙藏的前 60 d 下降较快, 且在 60 d 时显著低于其它处理和对照 ($p \leq 0.05$), 在以后的贮藏过程中, 淀粉水解速率降低, 淀粉含量缓慢下降, 沙藏 90 d 以后淀粉含量与对照没有显著差异。贮藏 150 d 时, 各处理板栗的淀粉含量没有显著差异, 但均高于对照, 且 $500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理与对照差异显著 ($p \leq 0.05$)。由此可见, 水浴处理改变了沙藏板栗的淀粉代谢水平, $100\ 500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理降低了沙藏板栗淀粉的水解速率, 有利于淀粉的保持。

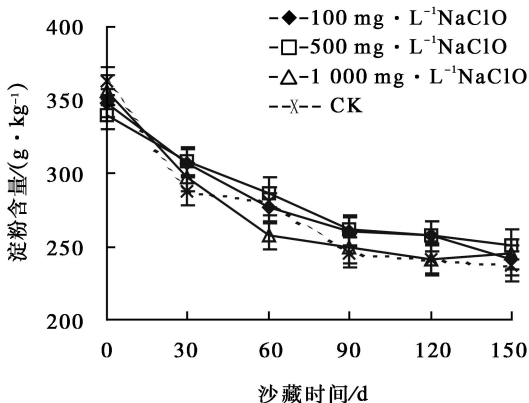


图 1 不同浓度 NaClO 水浴处理板栗沙藏期间的淀粉含量

2.4 不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗可溶性糖含量的影响

如图 2 可见, 沙藏的前 30 d 各处理和对照板栗的可溶性糖含量均迅速升高, 至第 30 天时达到第 1 个峰值, 随后即下降。在沙藏的前 60 d 对照板栗的可溶性糖含量显著比 NaClO 水浴处理的高 ($p \leq 0.05$), $100\ 500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理板栗的可溶性糖含量相当, 均显著高于 $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理的值 ($p \leq 0.05$), 这与板栗淀粉含量的结果相一致。沙藏 60 d 以后, 板栗可溶性糖含量再次升高, 至 120 d 时达到第 2 个峰值, 此时 $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理板栗的可溶性糖含量显著低于其它处理和对照 ($p \leq 0.05$), 其它处理板栗的可溶性糖含量与对照差异不显著。这一结果表明, $1\ 000\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理降低了沙藏期板栗的含糖量, 但 $100\ 500\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}\ \text{NaClO}$ 水浴处理仅降低了板栗沙藏前期的含糖量, 这对后期的含糖量没有显著影响。

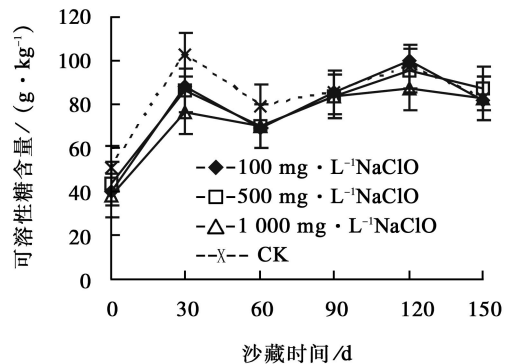


图 2 不同浓度 NaClO 水浴处理后板栗沙藏期间的可溶性糖含量

2.5 不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗可溶性蛋白质含量的影响

在整个沙藏过程中, 随着沙藏时间的延长, 板栗蛋白质含量逐渐降低。对照板栗的可溶性蛋白质含量变化可分为 3 个阶段: 即沙藏的前 60 d 板栗生理代谢较旺盛, 蛋白质水解速率较快, 可溶性蛋白质含量快速下降, 从沙藏初期的 $117.4\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 迅速下降到 60 d 时的 $84.5\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 沙藏 60~120 d 期间, 环境温度较低, 且板栗已进入生理休眠期, 生理代谢水平降低, 对物质的消耗减少, 蛋白质含量缓慢降低, 至沙藏 120 d 时蛋白质含量为 $66.5\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$; 沙藏 120 d 以后, 由于环境温度回升, 且自身生理休眠解除, 生理代谢水平迅速升高, 贮藏物质大量消耗, 蛋白质含量再

次迅速下降, 沙藏结束时, 其可溶性蛋白质含量降为 $48.9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。500、1 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理与对照板栗蛋白质含量的变化趋势相同, 其中 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理的蛋白质含量与对照无显著差异, 而 1 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理在沙藏 60 d 和 120 d 时可溶性蛋白质含量分别为 $91.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $88.4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 显著高于其它处理和对照 ($p \leq 0.05$), 沙藏结束时, 其可溶性蛋白质含量为 $77.1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。100 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理的板栗蛋白质含量的变化趋势与对照不同, 在整个沙藏过程中呈直线下降的趋势, 在沙藏 60 d 时其可溶性蛋白质含量高于 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理和对照, 120 d 以后则与二者相当。以上分析说明, 1 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 处理降低了板栗沙藏期间蛋白质的水解速率, 有利于蛋白质的保持。

2.6 不同浓度 NaClO 水浴处理对沙藏板栗乙醇含量的影响

从图 3 可见, 水浴处理结束时, 各处理板栗乙醇含量显著高于对照 ($p \leq 0.01$), 且乙醇含量与 NaClO 浓度呈显著正相关 ($r^2 = 0.9946$), 这是由于板栗在 NaClO 溶液中浸泡导致无氧呼吸作用加强, 进而产生乙醇等发酵产物, NaClO 浓度越高, 无氧呼吸产生的乙醇越多。在沙藏的第 30 天, 各处理板栗的乙醇含量均低于对照, 说明板栗在沙藏过程中, 有氧呼吸占主导地位, 无氧呼吸产生的大量乙醇逐渐分解代谢。在以后的沙藏过程中, NaClO 水浴处理和对照板栗的乙醇含量均保持较低水平, 处理与对照无显著差异。

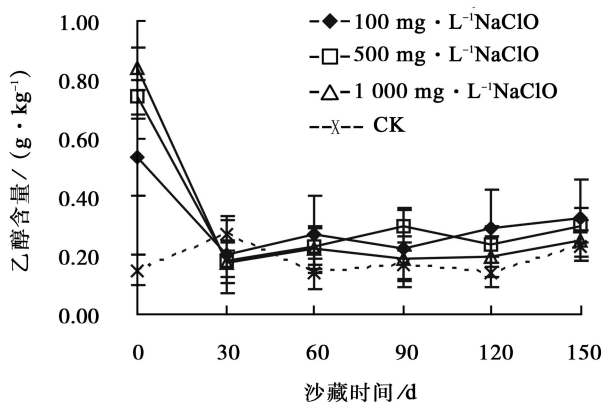


图 3 不同浓度 NaClO 水浴处理后板栗沙藏期间的乙醇含量

3 结论与讨论

板栗沙藏的主要问题是品质下降快, 腐烂严重

以及休眠解除后迅速发芽^[12-9], 板栗的品质变化主要与板栗的生理代谢有关。先期研究表明, 板栗贮藏期间的生理活动可分为 3 个阶段, 即采收后的活跃期、休眠期和萌芽前的活跃期^[10-11], 而这 3 个阶段又与沙藏的环境条件, 特别是温度条件变化密切相关。在采后初期, 环境温度相对较高, 板栗的生理代谢也比较旺盛, 此时板栗呼吸作用旺盛, 淀粉水解速度快, 淀粉含量迅速下降, 可溶性糖含量上升, 同时可溶性蛋白质含量也迅速下降, 说明这一时期对贮藏物质的消耗较大; 进入生理休眠期后, 板栗呼吸强度降低, 淀粉和蛋白质的水解速率明显下降, 可溶性糖的含量也下降; 在板栗发芽期淀粉水解加速而导致可溶性糖含量再次上升, 可溶性蛋白质含量再次迅速降低。NaClO 水浴处理对板栗营养成分的影响与 NaClO 的浓度有关, 从淀粉和可溶性糖的代谢来看, 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理效果较好, 从蛋白质含量变化看, 1 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 水浴处理的蛋白质含量更高, 但与对照相比其它浓度 NaClO 水浴处理并没有降低蛋白质的含量。水浴处理造成了一个缺氧环境, 板栗在缺氧条件下会不同程度地提高乙醇脱氢酶 (ADH) 活性并积累乙醇, 这与低氧或高二氧化碳处理具有类似的作用, 在贮藏过程中板栗内部积累的乙醇会逐渐消失, 对品质无不良影响^[12-14]。

NaClO 水浴处理显著降低了沙藏板栗的腐烂率和发芽率。NaClO 是常用的消毒剂, 已广泛应用于果蔬、种子等的消毒处理^[15-17]。水浴处理与 NaClO 相结合可能会使这种抑菌效果更好, 从理论上讲, 水浴处理使板栗内部积累大量乙醇, 而乙醇同样具有消毒作用。有研究表明, 用 NaClO 溶液处理种子可以抑制或促进种子发芽, 对种子发芽起抑制作用或促进作用取决于 NaClO 溶液的浓度^[16]。Hsiao 等^[18-20]报道 NaClO 浸泡处理, 明显提高了假高粱 (*Sorghum halepense*) 双穗雀稗 (*Paspalum paspaloides*) 种子的发芽率。本研究表明, 100、500、1 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ NaClO 处理可以推迟沙藏板栗的萌芽时间并显著抑制其发芽, 效果与 NaClO 的浓度呈正比。目前关于 NaClO 处理对促进或抑制种子发芽的机理尚不明确, 有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 蒋世云, 卢文学, 庞瑜. 板栗保鲜技术综述 [J]. 广西热带农业, 2001(3): 13~16
- [2] 陈金印, 徐小彪, 肖建辉, 等. 板栗贮藏技术及采后生理研究进展

- [J]. 江西农业大学学报, 2001, 23(3): 401~405
- [3] 贺伟, 尹伟伦, 沈瑞祥, 等. 板栗实腐病潜伏侵染和发病机理的研究 [J]. 林业科学, 2004, 40(2): 96~102
- [4] Sindair J B. Latent infection of soy bean plant sand seeds by fungi [J]. Plant Disease, 1991, 75(3): 220~224
- [5] 梁丽松, 王贵禧. 不同产区板栗病原菌的种类及其致病力研究 [J]. 林业科学研究, 2003, 16(3): 284~288
- [6] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001
- [7] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南 [M]. 北京: 科学出版社, 1999: 392~393
- [8] 西北农业大学食品系. 果蔬贮藏加工实验实用指导书 [M]. 陕西杨陵: 西北农业大学, 1987
- [9] 谭正林, 王清章. 储藏板栗腐烂机理的研究 [J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 217~219
- [10] 王贵禧, 梁丽松, 宗亦臣. 贮藏板栗休眠与萌芽的温度调控 [J]. 林业科学, 1999, 35(3): 29~33
- [11] 傅家瑞. 顽拗性种子 [J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(6): 402~406
- [12] 梁丽松, 王贵禧, 孙晓珍. 板栗采后高 CO_2 冲击处理对品质和耐藏性的影响 [J]. 林业科学, 2004, 40(6): 91~96
- [13] 王贵禧, 梁丽松, 孙晓珍. 板栗采后低 O_2 处理对贮藏品质和耐藏性的影响 [J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 173~177
- [14] 王贵禧, 梁丽松, 宗亦臣. 板栗贮藏保鲜条件及品质变化研究 [J]. 林业科学研究, 2000, 13(2): 118~122
- [15] 程美仁. 西瓜种子带菌检验及次氯酸钠消毒效果的影响 [J]. 北方园艺, 1995(1): 32~33
- [16] 蓝福生. 不同处理对海甘蓝种子发芽和幼苗生长的影响 [J]. 广西植物, 1995, 15(3): 224~230
- [17] Dov P, Dani E, Itana K, et al. Postharvest chlorine treatments for the control of the persimmon black spot disease caused by *Alternaria alternata* [J]. Postharvest Biology and Technology, 2001, 22(3): 271~277
- [18] 季梦成, Hsiao A I, 邹丽芸. NaCl 浸泡对百喜草种子发芽率的影响 [J]. 江西农业大学学报, 2000, 22(4): 494~497
- [19] Hsiao A I, Huang W Z. Induction of germination of skotodormant seeds of Johnson grass *Sorghum halepense* (L.) Pers [J]. Weed Science, 1988, 28: 163~174
- [20] Huang W Z, Hsiao A I. Factors affecting dormancy and germination of Johnson grass *Sorghum halepense* (L.) Pers [J]. Weed Science, 1988, 28: 1~12