

水稻濕穀熱水處理防止雨季收穫稻穀發芽之研究

Effects of Hot Water Treatments on the Inhibition of Germination and Quality of Harvested Wet Rough Rice

蘇匡基 宋勳 胡燦

K. C. Su¹⁾ S. Song²⁾ T. Hu³⁾

一、前 言

本省中南部第一期作及北部第二期作，當水稻成熟期間時逢連綿霪雨或遭颱風豪雨侵襲，無法收割晒乾，往往在田間發生直立穗或因倒伏浸於水中，以致稻穗在田中發芽及收穫脫穀後運回之濕穀又因無法立即晒乾，堆積中又發生發芽現象。如在64年(1975)第一期作在六月份連遭十餘日霪雨及陣雨影響使稻穀發生倒伏、浸水、發芽等災害，根據糧食局報告，其中發芽的損失，折算無收穫面積為7,829公頃(約佔第一期作面積2.2%)，損失糙米約3000公噸以上，其損失實為可觀。

為搶救此項雨季濕穀的發芽損失，根據過去報告，其措施大致可分為(1)選育休眠性較長之優良品種(湯文通等1955，林正義1955，太田及竹村1970)，(2)購置各型烘乾機代替人工晒乾(鄔清標等1974，橋本1974)，及(3)用化學藥劑處理稻谷抑制發芽(Mikkelsen等1966，太田1966，藍調1970)等。關於選育休眠性較長之品種除其休眠性受多數因子支配(嚴盛添1968，Nair等1964)，又易受外界環境因素(如成熟期間)而變異，其休眠性的育種似極為複雜，如選育休眠性優良品種，如台南5號(具有短期休眠性)第一期作收穫之種子供第二期作種子用時影響其發芽及秧苗不整齊現象，購置烘乾機代替人工晒乾，由於機械及燃料昂貴，又目前鄉村所有數目及其乾燥容量有限，如遭遇收穫時長期霪雨，僅能搶救極小部份稻谷而已。用化學藥劑處理稻谷，雖然有發現穀殼含有1AA9種Phenol化合物等發芽抑制物質(Germination Inhibitors)。目前尚無實用藥劑的發現，同時成本昂貴亦難普遍應用等，可說目前尚無較為妥善之方法防止雨季收穫時之發芽損失。

筆者等曾做預熟米(Parboiling rice)的預備試驗，在試驗過程中發現雨季收割後堆積中之

¹⁾ Director and Agronomist, ²⁾ and ³⁾ Specialists, of Rice Section, Taichung District Agricultural Improvement Station, Taichung, Taiwan, Republic of China.

濕穀，應用極短時間的熱水處理後放置六至十天，可防止其發芽現象，同時經過熱水處理的稻穀品質與正常晒乾的稻穀間，根據品質檢定結果尚無顯著的差異。本文將所得初步結果整理成章，俾供今後防止稻穀收穫時損失研究之參考。

二、材料與方法

利用台中區農業改良場民國64年第一期作水稻品種與原原種田種子，台南五號(短休眠性，粳稻)，高雄選一號(無休眠性，粳稻)，嘉農秈選八號(短休眠性，秈稻)及台中在來一號(無休眠性秈稻)等四個品種為材料，每品種採取乾穀約2公斤浸水4~6小時至水份含量20%時在實驗室經過熱水處理，發芽試驗，堆積於室內三至六天後晒乾，經晒乾之乾穀供為品質檢定之用。

(一)熱水處理：利用定溫水槽(THELCO SERO-UTILITY BATH)水溫保持100°C及70°C兩種溫度，稻穀浸漬時間分為5秒，30秒，1分及5分鐘三種處理，等共8個處理加對照(無處理)。各處理採取200公克濕穀裝入紗袋後浸於定溫水槽。

另利用65年第一期作台南五號原原種田採收之種子，分別以鮮穀，晒乾後之乾穀，及晒乾後經浸水6.5小時之濕穀等三種方法，在定溫水槽進行熱水處理。處理溫度分為70°C、75°C、80°C、85°C、90°C、95°C及100°C等七種，稻穀浸漬時間分為5秒、30秒、60秒等三種。熱水處理後的種子行發芽試驗。

(二)發芽試驗：經過熱水處理的稻穀，隨機採取100粒種子(二重複)放於舖於濾紙保持水濕的Petri dish中，在25°C發芽箱內經過14日調查其發芽率。

(三)品質檢定：根據國際稻米研究所之標準方法(Carmin M. Paule. 1969. Rice quality laboratory standard testing procedures. IRRI)檢定晒乾後稻穀之品質每處理重覆二次。

1.碾米性質(Milling quality)：取125克之乾穀樣品用Stake grain testing mill除去穀殼後測定其糙米重量，再採用MacGill Miller No. 2將糙米碾成白米並秤其白米重量。白米用篩選機(Burrows sizing machine)選出完整而無斷裂之白米，再量其完整米重量，由上述各項重量求出糙米(Brown rice)、完整米(Head rice)、斷裂米(Broken rice)之百分率。

2.烹調和食用性質(Cooking and eating quality)：依照國際稻米研究所標準方法測定之。

(1)膠化溫度(Gelatinization temperature)：採用Alkali digestion test (1.7% KOH)法。

(2)顆粒性澱粉含量(Amylose content)：採用Quantitative amylose determination法。

(3)蛋白質含量(Crude protein content)：採用Semimicro Kjeldahl法測定，Nx 5.95。

3.米粒外貌(Grain appearance)

透明度(Translucency)、腹白(White belly)及心白(White center)等三種性狀依照白粉色(Chalkiness)在米粒中加深與擴大的程度分爲6級(由0至5)，數目愈少愈透明，腹白、心白亦愈少。

三、試驗結果

(一)熱水處理與發芽率：

供試品種在田間收穫之濕穀(水分含量約20~25%)，即時放於Petri dish內發芽試驗結果其平均發芽率，台南5號爲97%，高雄選1號爲93%，嘉農秈8號爲92%，台中在來1號爲89%，其發芽率甚高，且無休眠現象，但各品種經過熱水處理後，無論熱水溫度70°C或100°C，處理時間5秒以上時均無發芽現象，表示收穫直後之濕穀如經過70°C至100°C之熱水中，僅浸漬5秒以上即能防止雨季濕穀堆積中之發芽損失。另於65年第一期作收穫之台南5號，其鮮穀，乾穀，及濕穀經熱水處理結果依稻穀水分含量之不同表示不同反應(如第一表)。濕穀在熱水溫度70°C 30秒以上或75°C 5秒以上即殆無發芽之現象，鮮穀在75°C 30秒以上或80°C 30秒以上，乾穀在80°C 60秒或85°C 30秒以上即無發芽。由64年及65年兩年結果認爲水稻收穫時遭遇長期霪雨利用熱水處理法防止穀發芽宜於75°C以上之熱水中浸漬30秒以上即可防止其發芽。熱水溫度愈高，其浸漬時間縮短亦表示同樣的效果。

第一表、熱水處理對防止發芽之效果

稻穀 Rough rice	處理時間 Time	熱水溫度 Water temp.						
		70°C	75°C	80°C	85°C	90°C	95°C	100°C
鮮 穀 Fresh Grain	5 Sec	30.0%	24.0%	25.5%	8.0%	1.0%	1.0%	0
	30 "	28.5%	2.0%	0	0	0.5%	0.5%	0
	60 "	24.5%	0.5%	0.5%	0.5%	1.0%	0	0
乾 穀 Dried Grain	5 Sec	99.0%	98.0%	95.0%	88.0%	38.0%	0	0
	30 "	95.5%	95.5%	13.0%	0	0	0	0
	60 "	90.0%	53.0%	0	0	0	0	0
濕 穀 Wet Grain	5 Sec	73.5%	1.0%	0	0	0	0	0
	30 "	1.5%	0	0	0	0	0	0
	60 "	0	0	0	0	0	0	0

(二)熱水處理對於碾米性質的影響

1.白米千粒重及顏色：根據第一表(a)結果表示經過熱水處理的稻穀碾米後很明顯的有增加千粒重，但其增加比率甚少，品種間高雄選1號，平均增加0.5公克左右最大，台中在來1號，嘉農秈8號次之，台南5號與對照無處理者殆無差異，熱處水溫度，浸漬時間，及處理後堆積之長短間，各主效應及交感作用均無顯著的差異，對於精米後之白米顏色，以對照無處理區最白(White)，經過熱水處理者均呈淡褐至褐色，熱水溫度100°C者較70°C者顏色更褐，浸漬時間愈久白米顏色愈褐，但堆積期間之長短間似不會引起白米顏色的差異。

2.糙米率：經過熱水處理者其糙米率每品種平均增加2~3%左右，熱水溫度，浸漬時間之不同對糙米率似無顯著之差異，熱水處理後堆積日數，在台南5號及嘉農秈8號並無多大差異，但在高雄選1號及台中在來1號處理當天晒乾者較處理後經過3至6天堆積後晒乾碾米者糙米率各減低4%及2%左右(第一表(b))。

3.完整米粒：在本實驗範圍內，處理溫度之高低，浸漬時間之長短對於完整米率的影響並不顯著。但經過熱水處理之台南5號，其完整米率較對照區顯著的減低，尤其在熱水處理直後晒乾者尚不及對照區之一半完整米率。台中在來1號亦熱水處理直後晒乾者(特別是100°C處理6)其完整米率僅對照區之三分之一~三分之二而已，但處理後堆積3天以上晒乾者即與對照區相差無幾。至於嘉農秈8號處理後堆積期間之長短對於完整米率並無任何影響，高雄選1號即反而有增加4~6%之完整米率。

4.斷裂米率：由第一表(d)表示熱水處理確會增加斷裂米率，處理溫度70°C較100°C，處理時間愈久，堆積期間3天時斷裂米發生的較少，但其差異不如品種間的反應之高。如台南5號及台中在來1號經熱水處理後立即晒乾時其斷裂米率會增至50%左右，嘉農秈8號其感應較低，但亦會達到平均8%左右。唯於高雄選1號顯示熱水處理與不處理間對斷裂米之發生並無顯著差異之發生。

(三)烹調及食用性質

1.膠化溫度：根據Alkali digestion test測定米粒膨脹溶化情形結果，台南5號，高雄選1號及嘉農秈8號米粒破裂而且分散，破白邊合併(歸於6級)，但如處理溫度超過100°C及浸漬1分鐘以上時少部份米粒完全分散而且交融成透明狀(7級)，台中在來1號即熱水處理間，熱水處理與對照區間，米粒均完全分散而且交融成透明狀。由第二表(a)可知熱水處理區與對照區間，其膠化溫度均低於69°C，屬於低等膠化溫度。

2.Amylose含量：根據Quantitative amylose determination法測定各處理間的Amylose含量結果，除台中在來1號其Amylose含量在27至28%以外，其餘品種均在16至20%之間。經過熱水處理粳稻品種Amylose含量稍有增加，秈稻品種即反而稍會減低，但其增減之數值均不顯著，處理溫度間與浸漬時間之長短對Amylose含量似無差異，但熱水處理後堆積日數超出6天以上時其Amylose含量平均增加2%左右。

3.粗蛋白質含量：各處理間根據Semi Micro-Kjeldahl法測定粗蛋白質含量結果如第二表(c)。粗蛋白質含量，品種間差異甚顯著，即台中在來1號最高平均11.17嘉農秈8號及高雄選1號平均9.50~9.30%，台南五號最低平均7.72而已，熱水處理，以100°C處理，處理後立即晒乾時其蛋白質含量較其他處理略高，但浸漬時間之長短對蛋白質含量似無多大影響。

(四)米粒外貌：

米粒透明度、腹白、心白等根據檢定結果各熱水處理間，檢定值均一致。但品種間，即以品種特性而不同，如透明度嘉農秈8號屬於2，其餘台南5號，台中在來1號及高雄選1號均屬於等級3。腹白即台中在來1號較多，屬於2，台南5號，高雄選1號屬於1，嘉農秈8號即完全無腹白，屬於等級0，心白即四個品種均屬於等級1。

綜合上述發芽率及品質檢定結果為防止稻穀因浸濕發芽，收穫直後將濕穀用70°C的熱水處理5秒以上時可防止其發芽。同時熱水處理後堆積3至6天後晒乾，對於碾米性質，烹調和食用性質及米粒外貌(除白米顏色)並無顯著的影響，但白米顏色會稍變為褐色。如100°C熱水處理，或熱水處理後立即晒乾時會引起品質之變化。

四、討論

一般作物種子，根據Hall (1971)，如乾燥溫度維持110°F (42°C)以下時種子之發芽力不會受影響，如超過125°F (52°C)時種子即不會發芽。此外，小麥為防止散黑粉病(Loose Smut)將種子浸於冷水4至5小時後再浸於54°C之熱水十分後將經過熱水處理的種子做播種之用(Holton, 1967)，竹生(1971)調查水稻穀溫與種子呼吸量，發芽率等關係報告穀溫如50~55°C時呼吸量會減低，如65~70°C時即停止呼吸作用，同時發芽率與呼吸量的變異很相似，如溫度超出60°C時即不會發芽，由以上資料推測影響發芽的臨界溫度可能在55~60°C間存在。本實驗結果表示防止發芽之臨界溫度依處理時間或稻穀含水量，種子活動或生理狀態有關。如處理時間30秒時濕穀(由休眠開始吸水發芽)其臨界溫度最低約在70°C，鮮穀(稻穀成熟開始休眠)略高在75°C，乾穀(鮮穀經晒乾含水率低而休眠狀態)即需要85°C才能有效的防止發芽。處理時間，始鮮穀75°C時30秒以上才能有效，但如5秒即需要90°C以上。因此如稻穀收穫期遭遇長期霪雨無法晒乾時利用75°C以上之熱水浸漬30秒以上即可有效的防止鮮穀(田間剛採收者)或濕穀(如倉庫稻穀浸水者)的發芽。

熱水處理後之稻穀經過碾米後，其白米千粒重及糙米率雖然不大顯著，稍有較無處理區增加之傾向。這可能與Parboiling rice的熱水浸漬、烹煮、晒乾處理一樣，由米糠部份或胚芽部分之脂肪，Amino acid等轉注於稻米上，使碾米後重量較無處理者有稍微之增加。對於完整米(head rice)率及斷裂米(broken kernel)率，品種間對於熱水處理，其反應有顯著的差異，如台南5號及台中在來1號經過熱水處理者，尤其是處理後立即晒乾時，較對照區有顯著的減低(約無處理區之一半)。這種現象可能熱水處理僅在短時間(5秒至5分)內稻穀由表面急激吸水致使穀粒表層與內部水分含量不同，又於處理後含有高水分之濕穀，在夏天強烈太陽急激的

晒乾引起。如熱水處理後堆積於遮蔭處3~6天後晒乾，穀粒內外層水分趨於平均，水分含量又降低後晒乾會使完整米率增加而斷裂米的發生亦會減少。Parboiling rice即在膠化溫度以下之熱水(或普通水)中浸於3~12小時(如普通水，2至3天)，使穀粒內部吸水均勻後蒸煮、晒乾，使經過處理者增加完整米而降低斷裂米之發生之利點(Rao etc, 1972, Arai Rao與Desikachar等1975)。但高雄選1號及嘉農秈8號在不同熱水溫度，浸漬時間及堆積日數等等熱水處理間之差異，熱水處理與無處理間，對於完整米率或斷裂米率並無顯著差異之發生。

關於Amylose含量(含量低時煮飯時需水量較少，煮成飯時較粘而濕潤)，膠化溫度(影響煮飯時間及吸水量因素，含中或低膠化溫度之米，煮飯時間及吸水量較少)及粗蛋白質，根據分析結果，品種之不同而來的差異較為顯著，熱水處理間，Amylose含量，經熱水處理後經過6天晒乾時會稍為增加外，熱水溫度之高低或浸漬時間之長短似不會影響Amylose之含量。膠化溫度除了100°C熱水浸漬1到5分時，部份米粒會完全分散呈透明外，處理間差異亦不顯著。蛋白質含量亦除了100°C熱水處理後立即晒乾區其含量較高外，其他處理亦無顯著的差異。因此可知在同一品種內經過70°C熱水處理對其烹調及食用性質不會有顯著之轉變發生。米粒外貌，其米粒透明度，腹白、心白經過熱水處理者與無處理者，其檢定值相同，但品種間即有差異之存在。白米(milled rice)顏色以無處理者最白，經過熱水處理者以處理溫度愈高，浸漬時間愈久者其顏色愈褐變，可能由米糠部份脂肪及其他成分轉移到米粒外層而引起的，但以70°C，5秒處理者米粒顏色與普通白米相差無幾。

根據本實驗結果得知收穫期因霖雨綿綿無法晒乾，使稻穀因浸濕誘起發芽損失時可將收穫之濕穀放於75°C左右之熱水處浸漬30秒後即可堆積於室內(本實驗範圍6天內)，俟天氣放晴時搬出室外晒乾，即可防止其發芽損失，同時經過此種熱水處理後之稻穀與普通稻穀其品質並無顯著的差異。

因此在本省小農經營型態下，可利用家庭廚房大鍋燒水或利用浸種桶(或浸種池)放熱水後，將裝於紗袋或竹簍之濕穀分批浸漬去水後，堆積於室內即可防止其發芽損失。這種物理性的處理方法，可能較化學藥劑防止發芽或利用烘乾機的方法應用上似更經濟而實用。

五、摘要

為防止收穫時稻穀因浸水之穗發芽或堆積中之發芽損失，將64年第一期作水稻台南5號，高雄選一號，嘉農秈八號及台中在來一號等四個品種收穫後之浸濕穀經過熱水處理及堆積於室內後晒乾碾米，調查處理後稻米品質之變化。熱水處理分為水溫70°C及100°C，浸漬時間分為5秒、30秒、1分及5分，處理後堆積分為無堆積，三天及六天等24個處理。經過熱水處

理後晒乾的乾穀得依國際稻米研究所米質檢定標準方法檢定其碾米性質，烹煮和食用性質及米粒外貌。另於65年第一期作利用台南五號收穫時鮮穀，經晒乾後之乾穀，將乾穀浸水6小時半的濕穀再做熱水處理調查其防止發芽之效果，熱水溫度分爲70°C、75°C、80°C、85°C、90°C、95°C及100°C，處理時間分爲5秒、30秒及60秒。其結果如次：

1. 經過75°C以上之水溫，浸漬30秒鐘以上時無論鮮穀(Fresh Grains)，乾穀(Dried Grains)或濕穀(Wet Grains)均可防止雨季稻穀收穫堆積中之發芽防止。

2. 各品種經過熱水處理後白米千粒重及糙米率稍會增加，但對完整米率及斷裂米率即品種間有顯著的差異，台南5號及台中在來1號經過熱水處理後，立即晒乾完整米率會減到無處理區之一半，高雄選1號及嘉農和8號即無此現象。

3. 烹煮和食用性質包含膠化溫度，Amylose含量，及粗蛋白質含量各品種如採用70°C水溫處理經過3天以上堆積於室內後晒乾即無顯著之差異發現。

4. 各品種經過熱水處理，對於米粒透明度、腹白及心白等白米外貌似無變化，但白米顏色即處理溫度愈高，浸漬時間愈久其顏色有由白色趨變褐色之現象。

根據以上結果可知雨季收穫之濕穀加以75°C熱水浸漬30秒後堆積3天以後晒乾，對於防止發芽及維持品質上具有效果。

六、參考文獻

1. 藍調 1970 OED保鮮劑對於稻谷抑制發芽之研究 農業研究第19卷第2期43~50頁。
2. 林正義 1955 水稻穗上發芽之研究 台灣大學農學院研究報告第四卷第一號98~103頁。
3. 林正義 1955 影響水稻穗上發芽因子之研究 台灣大學農學院研究報告第四卷第四號13~24頁。
4. 太田保夫、竹村儀子 1970 米穀の貯藏と種子の休眠性 農業技術 Vol 25(5) : 218。
5. 太田保夫 1973 作物口於ける種子の休眠(講座作物の形態と機能) 農業技術第28卷2號68~74頁。
6. 湯文通、蔣瑞民 1955 稻之休眠性研究 台灣大學農學院研究報告第四卷第一號1~5頁。
7. 竹生、新治郎 1971 乾燥貯藏拌ラ米の品質の乾燥貯藏 農業機械學會。
8. 鄔清標、黃光華、周延弘、曹之祖 1974。
 - (1)12噸裝自動循環式貯藏兼乾燥機試驗。
 - (2)「農試型」循環式乾燥機試造。台灣省農業試驗所民國63年年報95~97頁。
9. 嚴盛添 1968 種子之休眠性。科學農業第16卷第9、10期241~247頁。

10. Arai, K., R.Rao S.N. and Desikachar, H. S. R. 1975. Studies on the effect of parboiling on Japonica and Indica rice. Japanese J. of Tropical Agriculture. Vol. 19, No. I, pp.7-14.
11. Holton, C. S. 1976. Smut, Wheat and wheat improvement. No.13 in the series Agronomy. published by American Society of Agronomy.
12. Mikkelsen, D. S.M. N.Sinah, A.T. Glezewski. 1966. The occurrence and some physiological properties of endogenous growth substances in the hulls of *Oryza sativa*. The 11th Pacific Sci. Cong. (Tokyo)
13. Nain, G.V.,B. W. X. Ponnaiy and V. S. Ruman. 1964. Studies on seed dormancy in rice. Madras Agr. J. 51:352.
14. Paule, C. M. 1969. Rice quality laboratory standard testing procedures. IRRI Seminar June 6,1969.
15. Simpson J. E., etc., 1965. Quality evaluation studies of foreign and domestic rices. Technical Bulletin No. 1331, Agr. Reav., USDA.

熱水處理對碾米性質之影響

Table 1. The effects of hot-water treatment on milling quality

白米千粒重

(a) 1,000 grain weight of milled rice (gr.)

浸水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1			
溫度 temp.	時間 time	堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period			
(°C)		不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	5秒 5sec.	18.63	18.70	18.30	18.54	19.76	19.70	19.50	19.65	17.91	18.40	18.40	18.23	18.42	18.60	18.50	18.50
	30秒 30sec.	18.63	18.80	18.30	18.57	19.55	19.70	19.60	19.61	18.32	17.90	18.20	18.14	18.32	18.40	18.10	18.27
	1分 1min.	18.83	18.80	18.40	18.67	19.55	19.60	19.50	19.55	18.01	18.10	18.10	18.07	18.21	18.40	17.90	18.17
	5分 5min.	18.42	18.70	18.60	18.57	19.55	19.60	19.50	19.55	18.32	18.30	18.30	18.30	18.21	18.70	18.50	18.47
Average		18.62	18.75	18.40	18.58	19.60	19.65	19.52	19.59	18.14	18.17	18.25	18.18	18.29	18.52	18.25	18.35
100°C	5秒 5sec.	19.24	18.80	18.50	18.84	19.76	19.50	19.60	19.62	18.11	18.20	17.90	18.07	18.42	18.60	18.70	18.57
	30秒 30sec.	19.35	18.70	18.70	18.91	19.04	19.60	19.50	19.38	18.21	18.10	18.30	18.20	18.32	18.30	18.60	18.40
	1分 1min.	18.83	18.60	18.50	18.64	19.55	19.70	19.50	19.58	18.01	18.30	18.20	18.17	18.83	18.30	18.50	18.54
	5分 5min.	18.83	18.60	18.20	18.54	19.55	19.70	19.60	19.61	17.91	18.20	18.10	18.07	18.63	18.40	18.50	18.51
平均 Average		19.06	18.67	18.47	18.73	19.47	19.62	19.55	19.54	18.06	18.20	18.12	18.12	18.55	18.40	18.57	18.50
對照 Check		18.65				19.05				17.94				18.04			

浸水時間 × 水溫

Soaking time × Water temperature

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
70°C	18.73	18.65	18.62	18.72	18.68
100°C	18.77	18.73	18.73	18.68	18.72
Average 平均	18.75	18.69	18.68	18.70	

浸水時間 × 堆積時間

Soaking time × Piling period

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
不堆積 Imme.	18.78	18.72	18.73	18.68	18.73
三天 3 days	18.81	18.69	18.73	18.78	18.75
六天 6 days	18.68	18.66	18.58	18.66	18.65
平均 Average	18.75	18.69	18.68	18.70	

水 溫 × 堆積時間

Water temperature × Piling period

	不堆積 Imme.	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	18.66	18.75	18.64	18.68
100°C	18.79	18.75	18.66	18.72
Average 平均	18.73	18.75	18.65	

糙 米百分率

(b) Brown rice (%)

浸 水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1			
溫度 temp.	時間 time	堆 積 時 間 Piling period				堆 積 時 間 Piling period				堆 積 時 間 Piling period				堆 積 時 間 Piling period			
(°C)		不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	5 秒 5 sec.	85.86	87.24	86.98	86.69	80.96	85.76	85.95	84.22	80.02	82.80	79.68	80.83	82.85	84.93	84.48	84.08
	30 秒 30 sec.	85.95	87.33	86.56	86.61	82.08	86.00	84.63	84.23	79.69	82.16	80.40	80.75	82.85	84.35	84.32	83.84
	1 分 1 min.	86.06	88.11	86.76	86.97	80.96	85.94	85.62	84.17	81.01	82.64	80.24	81.29	82.93	84.23	84.41	83.85
	5 分 5 min.	85.94	87.51	86.45	86.63	81.92	85.44	85.45	84.27	82.41	82.64	81.44	82.16	82.85	84.54	83.83	83.74
	Average 平均	85.95	87.54	86.68	86.72	81.48	85.78	85.41	84.22	80.78	82.56	80.44	81.26	82.87	84.51	84.26	83.88
100°C	5 秒 5 sec.	85.97	87.25	86.80	86.67	81.67	86.08	84.00	83.91	85.21	83.68	82.72	83.87	82.48	84.52	83.88	83.62
	30 秒 30 sec.	86.17	86.92	86.87	86.68	80.43	85.84	85.36	83.87	85.29	82.48	84.80	84.19	82.92	84.60	84.21	83.91
	1 分 1 min.	85.77	87.27	87.03	86.69	80.35	86.08	84.96	83.79	83.56	82.92	84.16	83.54	82.75	84.60	84.13	83.82
	5 分 5 min.	85.93	87.02	87.28	86.74	80.68	85.60	84.56	83.61	79.69	81.92	79.84	80.48	82.63	84.10	84.14	83.62
	Average 平均	85.96	87.11	86.99	86.69	80.78	85.90	84.72	83.79	83.43	82.75	82.88	83.02	82.69	84.45	84.09	83.74
Check 對 照		83.94				81.52				80.85				81.08			

浸水時間 × 水 溫

Soaking time × Water temperature

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
70°C	83.95	83.85	84.07	84.20	84.01
100°C	84.51	84.66	84.46	83.61	84.31
Average 平均	84.23	84.25	84.26	83.90	

浸水時間 × 堆積時間

Soaking time × Piling period

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
不堆積 Imme.	82.64	83.16	82.92	83.20	82.99
三天 3 days	85.61	84.96	85.22	84.24	85.07
六天 6 days	84.43	84.63	84.66	84.30	84.43
平均 Average	84.23	84.25	84.26	83.90	

水 溫 × 堆積時間

Water temperature × Piling period

	不堆積 Imme.	三天 3 days	六天 6 days	平均 Average
70°C	82.77	85.09	84.19	84.01
100°C	83.21	85.05	84.67	84.31
Average 平均	82.99	85.07	84.43	

完整米率
(c) Head rice (%)

浸水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1			
溫度 temp.	時間 time	堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period			
(°C)		不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	5 秒 5 sec.	28.94	58.69	52.56	46.73	71.90	78.30	58.12	71.44	67.44	71.04	65.28	67.92	47.56	70.96	59.11	59.21
	30 秒 30 sec.	35.06	48.57	40.61	41.41	76.06	71.76	66.00	71.27	63.60	71.76	64.44	66.60	47.31	66.57	63.85	59.24
	1 分 1 min.	36.77	64.25	62.20	54.40	77.66	72.78	64.96	71.80	64.70	74.22	67.44	68.78	41.07	68.22	59.68	56.32
	5 分 5 min.	33.84	70.10	58.11	54.01	78.62	78.94	64.00	73.85	68.92	72.70	60.28	67.30	37.93	62.80	63.11	54.61
	Average 平均		33.65	60.40	53.37	49.14	77.56	75.44	63.27	72.09	66.16	72.43	64.36	67.65	43.47	67.14	61.74
100°C	5 秒 5 sec.	34.68	56.78	47.38	46.28	68.80	80.30	62.72	70.60	70.16	73.08	60.60	67.94	16.30	63.59	59.77	46.55
	30 秒 30 sec.	34.52	46.22	33.23	37.99	73.38	77.74	79.02	76.71	73.46	70.04	75.60	73.03	41.82	54.95	66.37	54.38
	1 分 1 min.	16.97	58.35	45.69	40.33	73.66	79.74	73.74	75.71	67.76	71.36	69.92	69.68	19.57	66.49	56.37	47.48
	5 分 5 min.	31.90	60.63	62.07	51.53	73.66	79.74	74.62	76.00	69.60	73.02	63.52	68.71	18.55	69.97	63.99	50.83
	Average 平均		29.51	55.49	47.09	44.03	72.37	79.38	72.52	74.75	70.29	71.87	67.41	69.85	24.06	63.75	61.62
Check 對照		71.45				68.21				69.54				65.10			

浸水時間 × 水溫

Soaking time × Water temperature

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
70°C	61.32	59.63	62.82	62.44	61.56
100°C	57.84	60.52	58.30	61.76	59.61
Average 平均	59.58	60.07	60.56	62.10	

浸水時間 × 堆積時間

Soaking time × Piling period

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
不堆積 Imme.	51.45	55.65	49.77	51.62	52.12
三天 3 days	69.09	63.45	69.42	70.98	68.23
六天 6 days	58.19	61.14	62.50	63.71	61.38
平均 Average	59.58	60.07	60.56	62.10	

水溫 × 堆積時間

Water temperature × Piling period

	不堆積 Imme.	三天 3 days	六天 6 days	平均 Average
70°C	55.19	68.85	60.64	61.56
100°C	49.05	67.62	62.12	59.61
Average 平均	52.12	68.23	61.38	

斷裂米率
(d) Broken rice (%)

浸水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1			
溫度 temp.	時間 time	堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period			
(°C)		不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	5 秒 5 sec.	70.29	21.94	28.53	40.25	2.78	2.14	16.10	7.00	6.54	6.06	8.22	6.94	30.53	8.41	19.90	19.61
	30 秒 30 sec.	44.04	32.15	39.71	38.63	1.02	8.94	10.22	6.72	9.38	4.06	9.78	7.74	30.20	12.34	15.45	19.33
	1 分 1 min.	42.52	16.69	18.44	25.88	2.30	7.90	9.74	6.64	9.90	2.78	7.02	6.56	36.36	10.63	19.65	22.21
	5 分 5 min.	46.95	12.25	23.34	27.51	1.90	1.66	12.02	5.19	6.78	4.62	14.66	8.68	40.41	17.19	16.01	24.53
Average 平均		50.95	20.75	27.50	33.06	2.00	5.16	12.02	6.39	8.15	4.38	9.92	7.48	34.37	12.14	17.75	21.42
100°C	5 秒 5 sec.	46.30	35.86	33.94	38.70	8.86	1.02	16.02	8.63	9.58	4.54	16.12	10.08	62.05	16.23	19.77	32.68
	30 秒 30 sec.	47.95	36.44	47.99	44.12	1.74	2.78	1.42	1.98	10.06	6.64	3.98	6.82	26.98	25.46	13.37	21.93
	1 分 1 min.	70.25	24.89	45.83	46.99	1.10	1.58	6.06	2.91	10.58	5.02	8.06	7.88	59.31	13.91	23.47	32.23
	5 分 5 min.	50.26	22.28	19.31	30.61	1.34	0.46	4.46	2.08	4.54	3.10	9.82	5.82	60.16	9.99	15.68	28.61
Average 平均		53.69	29.86	36.76	40.10	3.26	1.46	6.99	3.90	8.69	4.82	9.44	7.65	52.12	16.39	18.07	28.86
Check 對照		3.78				4.52				3.65				8.22			

浸水時間 × 堆積時間

Soaking time × Piling period

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
不堆積 Imme.	29.61	21.42	29.03	26.54	26.65
三天 3 days	12.02	16.06	10.42	8.94	11.87
六天 6 days	19.81	17.74	17.28	14.41	17.31
平均 Average	20.48	18.41	18.91	16.63	

水 溫 × 堆積時間

Water temperature × Piling period

	不堆積 Imme.	三天 3 days	六天 6 days	平均 Average
70°C	23.86	10.60	16.79	17.08
100°C	29.44	13.13	17.81	20.12
平均 Average	26.65	11.86	17.31	

浸水時間 × 水 溫

Soaking time × Water temperature

	5 秒 5 sec.	30 秒 30 sec.	1 分 1 min.	5 分 5 min.	平均 Ave.
70°C	18.45	18.10	15.32	16.47	17.08
100°C	22.52	18.71	22.50	16.78	20.12
平均 Average	20.48	18.41	18.91	16.63	

顆粒澱粉百分率
(b) Amylose (%)

浸水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1			
溫度 temp.	時間 time	堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period			
(°C)		不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	5 秒 5 sec.	17.10	16.93	20.07	18.03	18.25	20.59	18.95	19.26	16.20	18.65	21.79	18.88	28.10	28.00	28.75	28.28
	30 秒 30 sec.	17.20	17.48	20.24	18.29	17.61	20.30	20.10	19.33	16.20	19.09	21.67	18.98	27.90	28.33	29.00	28.41
	1 分 1 min.	17.57	17.72	20.81	18.70	17.61	20.28	20.10	19.33	16.24	19.33	20.19	18.58	28.95	28.35	29.15	28.81
	5 分 5 min.	18.82	17.48	20.07	18.79	17.61	19.19	19.19	18.66	16.70	18.54	21.07	18.77	27.80	27.80	28.81	28.13
Average 平均		17.67	17.40	20.29	18.45	17.77	20.09	19.58	19.14	16.33	18.90	21.18	18.80	28.18	28.12	28.92	28.40
100°C	5 秒 5 sec.	17.79	17.57	20.44	18.60	19.90	18.16	18.75	18.93	17.43	16.75	21.96	18.71	28.34	27.85	28.85	28.34
	30 秒 30 sec.	17.93	17.07	20.38	18.46	19.79	18.42	19.01	19.07	16.65	17.33	19.44	17.80	27.85	28.95	29.15	28.65
	1 分 1 min.	18.11	18.02	20.55	18.89	19.96	18.42	18.75	19.04	17.00	17.52	20.07	18.19	28.90	28.10	29.00	28.66
	5 分 5 min.	18.02	18.02	20.78	18.94	19.57	18.54	18.84	18.98	17.57	16.70	20.10	18.12	28.10	27.80	27.85	27.91
Average 平均		17.96	17.67	20.53	18.72	19.80	18.38	18.83	19.00	17.16	17.07	20.39	18.20	28.29	28.17	28.71	28.39
Check 對照		18.26				18.47				18.78				8.59			

熱水處理對烹調和食用性質之影響

Table 2: The effects of hot-water treatment on cooking and eating quality

鹼測定

(a) Alkali test

膨脹度 膠化溫度

(Scale of spreading : Gelatinisation temperature)

浸水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1				
溫度 temp.	時間 time	堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				堆積時間 Piling period				
(°C)		不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 immediate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	
70°C	5 秒 5sec.	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
	30 秒 30sec.	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
	1 分 1min.	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
	5 分 5min.	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6.10 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
平均 Average		6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6.02 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
100°C	5 秒 5sec.	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
	30 秒 30sec.	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6.02 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
	1 分 1min.	6.15 L	6.15 L	6.14 L	6.15 L	6 L	6.05 L	6 L	6.02 L	6.05 L	6.10 L	6.20 L	6.13 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
	5 分 5min.	6.20 L	6.20 L	6.30 L	6.23 L	6 L	6.40 L	6.20 L	6.20 L	6.13 L	6.25 L	6.25 L	6.21 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
平均 Average		6.08 L	6.08 L	6.11 L	6.12 L	6 L	6.11 L	6.05 L	6.05 L	6.04 L	6.09 L	6.11 L	6.08 L	6 L	6 L	6 L	6 L	6 L
對照 Check		6L				6L				6L				7L				

粗 蛋 白 百 分 率

(c) Crude protein (%)

浸 水 Water Soaking		台南五號 Tainan No.5				高雄選一號 Kaohsiung S. No.1				嘉農秈八號 Chianung Sen No.8				台中在來一號 Taichung Native No.1			
溫度 temp.	時間 time	堆 積 時 間 Piling period				堆 積 時 間 Piling period				堆 積 時 間 Piling period				堆 積 時 間 Piling period			
(°C)		不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.	不堆積 imme- diate	三天 3 days	六天 6 days	平均 Ave.
70°C	5 秒 5 sec.	7.73	7.23	7.31	7.42	9.75	9.85	9.37	9.65	9.43	8.37	8.62	8.80	11.70	10.98	9.87	10.85
	30 秒 30 sec.	7.60	7.10	7.31	7.33	9.37	9.00	9.62	9.34	8.85	9.14	9.25	9.08	11.68	10.94	10.33	10.98
	1 分 1 min.	8.14	7.73	7.08	7.65	9.37	9.23	9.60	9.40	9.18	8.98	9.33	9.16	11.66	10.85	10.65	11.05
	5 分 5 min.	7.62	7.83	7.71	7.72	9.48	9.18	9.39	9.35	9.18	8.64	8.06	8.62	12.33	11.20	11.02	11.51
Average 平均		7.77	7.47	7.35	7.53	9.49	9.32	9.49	9.43	9.16	8.78	8.81	8.91	11.84	10.99	10.46	11.09
100°C	5 秒 5 sec.	7.83	8.12	7.64	7.86	9.62	8.66	9.93	9.40	9.64	9.79	9.91	9.78	11.50	11.80	10.74	11.34
	30 秒 30 sec.	7.66	7.98	7.58	7.74	9.37	9.37	10.35	9.69	9.85	9.68	10.25	9.92	11.66	10.55	10.51	10.90
	1 分 1 min.	7.83	8.68	7.52	8.01	9.89	10.16	9.87	9.97	9.12	9.06	10.81	9.66	12.43	10.85	11.22	11.50
	5 分 5 min.	8.23	8.21	7.93	8.12	9.33	8.95	9.41	9.23	9.66	8.91	9.27	9.28	11.70	11.20	11.00	11.30
Average 平均		7.88	8.24	7.66	7.92	9.55	9.28	9.89	9.57	9.56	9.36	10.06	9.66	11.82	11.10	10.86	11.26
Check 對 照		8.14				9.37				9.13				11.73			

Summary

In order to elucidate the possibility of inhibiting seed germination of wet rough rice after harvest in raining season by hot water treatment, the seeds of Tainan 5 were soaked in 70 to 100°C hot water for 5, 30, and 60 seconds. For testing the changes of rice quality by hot water treatment, the seeds of four varieties, Tainan 5, Kaosiung Selected 1, Chianung Sen 8 and Taichung Native 1, were soaked in 70°C and 100°C hot water for 5, 30 seconds, 1 and 5 minutes. The treated seeds were piled for 3 and 6 days. The IRRI' rice quality laboratory standard testing procedures (Carneau R. Paule 1969) were adopted for testing the rice quality of treated seeds. The results were as follows:

1. Soaking in 75°C hot water for 30 seconds inhibited germination of the rice seed of the three different moist conditions under various piling periods.
2. The 1000-grain weight of milled rice and percentage of brown rice were slightly increased. However, the percentage of head rice and broken kernels varied markedly with the rice varieties. The percentage of head rice from hot water treated Tainan 5 and Taichung Native 1 was only 50% of the non-treated, whereas no difference was observed in Kaohsiung suen No.1 and Chianung Sen No.8.
3. The cooking and eating quality including gelatinization temperature, amylose content, and crude protein content of the tested varieties showed insignificant difference when soaked in 70°C hot water and then piled for 3 days.
4. Grain appearances, including translucency, white belly and white center, were unchanged after hot water treatments. But milled rice color were turned into brown with the increasing water temperature or soaking time.

From the above mentioned results, it was found that soaking the wet rough rice in 75°C hot water for 30 seconds, and piling for more than 3 days in the room condition are enough for inhibiting germination and the rice quality may maintain as good as the untreated rice.