



有機水稻

有機水稻

栽培管理

●作物改良課 楊副研究員志維
簡助理研究員禎佑

前言

有機農業大約自1980年代在全世界開始興起，臺灣也因經濟繁榮，國民所得及生活水準普遍提高，在全球有機農業發展潮流影響下，高品質且安全衛生之農產品日益受到消費者重視。臺灣地處亞熱帶，農作物容易滋生病蟲害，往往因化學農藥的施用造成消費者對農產品農藥殘留的疑慮。有機稻米係指在土壤及水源未受污染之地區種植改良場推薦之適栽品種，栽培過程中不使用化學肥料、農藥及生長調節劑等，藉由堆肥、綠肥及天然礦石等培育地力並提供植物養分，收穫後與一般慣行農耕法所生產之稻穀分開乾燥、貯藏、碾製及包裝。水稻是臺灣栽培面積最廣且最主要的農作物，因此，推廣水稻有機栽培有其意義與價值，特別是有機米具備安全、衛生及香Q味美等特性。以目前的觀點看有機農業，其具有環境生態保育、有機質廢棄物再利用、水資源維護及土地永續經營等之優質農業經營模式，更重要的還是一種理念的實施。

田間栽培管理

有機水稻栽培管理可分為地點選定、品種選擇、地力培養、育苗、整地插秧、肥料施用技術、雜草管理、病蟲害防治、灌排水管理及收穫調製等。

一、選定適宜地點

水稻有機栽培目的之一為改良土壤理化性質，使土壤能達到最適宜水稻生長之環境，因此，不應該有栽培地點之限制。農友於水稻栽培過程中，應充分利用收割後之稻草、冬季裡作栽培豆科綠肥及應用其他農禽畜牧廢棄物，進行有效之土壤改良，免於土壤因長期化學栽培造成資源枯竭，以達到永續經營之目的。然而水稻有機栽培另一個目的為因應民生消費

需求，為讓消費者食用安心，水稻有機栽培地點必須有所規範及限制，依據「有機農產品及有機農產加工品驗證基準」第三部分作物，一、生產環境條件：

- (一)農地應符合農業發展條例所規定供農作使用之土地。
 - (二)農地應有適當防止外來污染之圍籬或緩衝帶等措施，以避免有機栽培作物受到污染。
 - (三)灌溉水質及農地土壤重金屬含量應符合附表三之基準(註)。
 - (四)農地應施行良好之土壤管理及水土保持措施，確保水土資源之永續利用。
- 因此，水稻有機栽培田宜選擇在改良場規劃為良質米適栽區內，日照充足、空氣清新、水與土壤都不受污染之環境，且儘量避免病蟲害易嚴重發生地區，再者為避免鄰近一般慣行農法耕作田區之化學農藥污染，有機栽培田宜儘量毗鄰且形成集團栽培。

註：有機農業灌溉水質及土壤之重金屬容許量基準修正規定

重金屬項目	灌溉水質(毫克/公升)	土壤(毫克/公斤)
砷(As)	0.05	15
鎘(Cd)	0.01	0.39
鉻(Cr)	0.10	10
銅(Cu)	0.2	20
汞(Hg)	0.002	0.39
鎳(Ni)	0.2	10
鉛(Pb)	0.1	15
鋅(Zn)	2.0	50

備註：土壤中鎘、鉻、銅、鎳、鉛及鋅濃度為0.1N HCl 抽出量，其餘土壤及灌溉水中之重金屬濃度為全量。

二、選擇優良品種

水稻有機栽培品種之選擇應以消費者的喜好為考量，同時兼具抗病、抗蟲、不易倒伏及適應性強之特性，且稻穀產量宜在一定水準範圍內。優良水稻推廣品種中，對於病蟲害均具有不同程度之抵抗性，目前北部地區栽培較多的品種有桃園3號、臺梗9號及臺中秈10號等。北部地區第一期作除臺中秈10號(不耐寒)需延至4月上旬再插秧外，其餘品種皆能於正常期種植。

三、培育優質地力

土壤培育為有機米生產的重要一環，有機農業之長期施肥目標在使土壤中含有一定量之有機質，而土壤診斷結果可以作為施用有機質肥料的參考。由於

臺灣地處亞熱帶，耕地土壤有機質含量普遍偏低，為培養地力，有機稻田應於第二期作收割後種植油菜、苕子、埃及三葉草、大豆或青皮豆等綠肥作物以增加肥力。

四、育成強健秧苗

水稻秧苗培育的好壞關係整個栽培過程順利與否，為確保稻米品質，育苗用之種子應取自經種子檢查室檢查合格之採種田種子。目前所採用之秧苗均為苗齡2.5~3葉之幼苗，秧苗必須強壯，才能減少缺株，並減輕移植傷害及低溫等不良環境之影響，且成活迅速、生長旺盛、確保初期分蘖，進而促進抽穗整齊，對於產量及品質助益甚大。

五、做好整地工作

有機稻田之整地宜分次實施，前期作收穫後應即行粗耕翻犁曬田，以促進土壤風化、有機物之分解、有毒物質之釋放及土壤傳播性病源菌的消毒。初耕後表土保持乾燥狀態才能達成風化效果，地力高之土壤若配合深耕，效益更大。第一次整地時配合施用有機質肥料(基肥)、前作之稻稈或綠肥作物植體耕犁埋入土中，田間保持適當水分，以促進有機物質發酵分解。經15~20日後再行第二次整地，整地時應力求平整以利灌排水，確保秧苗存活率，且可利用整平後田間淹水以抑制雜草生長。

六、做好插秧工作

水田耕犁耙平後，因土壤較為鬆軟，應等候約2日，待泥漿完全沉澱而土表稍為凝聚，並於田間尚有餘水(約0.5~1公分深)時，進行插秧作業以提高秧苗成活率，並可避免秧苗自然下沉，或插秧太深導致高節位分蘖，影響將來抽穗整齊度，進而影響稻米品質。插秧工作之良窳，在初期影響水稻之成活及單位面積株數，在後期則影響抽穗及成熟整齊度，因此，必須確實做好此項工作，應注意事項如下：

(一)掌握插秧適期：把握插秧適期避免水稻生育期間遭受低溫寒害，或抽穗與成熟期間避開梅雨、颱風、寒流或東北季風的影響，而獲得較高產量與品質。一般農民雖知道插秧適期的重要，但仍應配合當時氣候與品種特性適當調整播種期及插秧期。通常南部高屏地區第一期作若提早插秧，可能於水稻生育初期、幼穗形成期或孕穗期受低溫影響；北部地區第二期作若延遲插秧，則可能於抽穗期或成熟期遭受低溫危害而導致稔實率降低、穀粒不飽滿及產量降低，進而影響米質。

- (二)適當栽培密度：目前插秧工作大都以插秧機操作，依現有插秧機之規格均採寬行密植方式，行距30公分，株距21~24公分為宜。插秧時每叢苗數不宜過多，以每叢5~7支苗為宜，若每叢秧苗數多，再加上分蘖所增加之支數，莖稈無充分的空間伸展，將造成叢內莖稈競爭排擠，以致莖稈柔細，不利於一穗粒數的發育，對於病蟲害的抵抗性亦較差，同時因過於繁密造成通風不良，成為病蟲害滋生的溫床，易倒伏對於產量並無實質的助益，反而影響稻米品質。因此，應視土壤肥力、品種別及人工施用追肥時的方便性，加以適當調整，通常每公頃秧苗數以220~240箱為宜。
- (三)力行淺植：插秧時應淺植並避免植傷，以增加下部節位之分蘖數，提高抽穗之整齊度，使成熟期一致。插秧過深會抑制下部節位的分蘖，而由上部節位開始分蘖，使分蘖期間延長，造成抽穗不整齊及成熟期不一致，導致未熟青粒米、死白米及胴裂米增加，降低碾米品質。因此，水稻插秧不宜過深，插秧深度以土面下2~3公分為宜。
- (四)南北走向：為使稻株能全面接受日照及增加通風性，培養健康植株以減少病蟲害及倒伏之發生，插秧時植株行向以南北走向較佳。

七、雜草控制

臺灣位處亞熱帶，高溫多濕，田間雜草生育旺盛，除與水稻競爭水分及養分外，更易滋生病蟲害，影響稻米品質及產量甚鉅，因此，雜草防除之工作極為重要。水稻有機栽培嚴禁使用除草劑，雜草可以栽培管理、物理、生物及利用天然資材等方式加以管理，然而臺灣水田雜草種類繁多，大部分是以種子繁殖，亦有部分以球莖繁殖。雜草種子除已存在者外，主要隨灌溉水、風或鳥傳播，因此，地處水源頭之水田，其雜草往往較下游者少。目前應用在水稻有機栽培的雜草防除技術有下列幾種：

- (一)與綠肥輪作：前期作休耕或第二期作收割後種植綠肥作物，如油菜、苕子及埃及三葉草等綠肥作物，除可增加土壤肥力，改良土壤理化性質外，其翻犁後的殘體可促進土壤中有益微生物的繁殖，土壤中有益微生物增加後可抑制土壤中病原菌的數量，在病害的防治上有其正面效益。由於綠肥作物生長快速且茂密，可抑制雜草生存的空間，因此，與綠肥輪作可減少雜草的種類及密度。
- (二)整地法：提早於插秧前15日進行第一次整地(粗耕)後隨即灌水，田間保持濕潤狀態，讓水田中之雜草種子提早萌芽，插秧前3日再進行第二次整地

(細耕)，將已發芽之雜草掩埋。第二次整地時，水田的灌水量保持適當使粘粒可充分沉澱，形成滲漏障礙，灌水時比較易於保水，耙平時應力平整，以免較高處易滋生雜草。

(三) 灌水處理：整地後保持2~3公分的水深，插秧後俟秧苗成活即行灌水處理保持3公分水深，可抑制雜草種子萌芽。

(四) 物理防治：在灌溉溝渠進水口設置紗網，可阻隔雜草種子進入田區，降低雜草族群密度。

(五) 敷蓋除草法：水稻插秧成活後至分蘖始期，田間保持灌水狀態，每公頃施用穀殼4~5公噸，待穀殼吸收水分後下沉而覆蓋於田面，可抑制雜草種子發芽。敷蓋稻殼因較輕容易浮動，再灌水時之水量不能太大，以免將粘貼在土面之穀殼沖散，而使土表裸露，導致雜草種子再次發芽。施用穀殼除能防除草外，稻殼中所含的矽被吸收後以矽膠($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)的狀態儲存於水稻葉部表皮中形成矽素、矽體，可增加稻株對病蟲之抗性。

(六) 高溫防除法：水稻生育初期，施用未經腐熟發酵之植物性有機質資材，利用土壤中微生物分解有機質，競爭灌水情況下土壤中殘存的氧氣，使雜草種子無法獲得足夠氧氣發芽，可抑制雜草發生。惟該防除法須高溫配合(例如二期作初期)，故田區灌水不宜過深，俾利陽光提高水溫以達到抑制雜草發生之效果，第一期作僅能達到初期抑制，長期則無防治效果。

(七) 培育覆蓋性滿江紅：滿江紅為水生蕨類植物，其葉片有共生固氮藍綠藻，該藻類有固氮作用，可固定空氣中的氮。因此，滿江紅與水稻共作，可供給下期作每公頃約40公斤的氮素。滿江紅可在前期作以塑膠箱培育，底層放置10~30公分土壤，加水後將滿江紅放入，低溫時生長緩慢，甚至轉為紅色，高溫時則生長快速，4日可增加1倍。水稻插秧成活後即施放滿江紅，每公頃50~100公斤，藉由飄浮在水田表面及快速之增殖，利用遮光原理防止雜草生長，同時可增進稻田肥力，特別是氮素提供，可達覆蓋及抑制雜草的效果。

(八) 水田除草機除草：使用水田除草機除草，插秧後約10日進行除草，但僅能剷除行間的雜草，株間的雜草仍須以人工拔除。

(九) 利用生物防治：利用鴨子啃食幼嫩雜草，水稻移植後即開始飼養小鴨，待水稻達分蘖盛期時，將鴨群放養任其游走於田間，每公頃200~400隻，利用其活動造成田水混濁，導致雜草種子難以萌芽，而抑制雜草的滋生(圖1)。在水田裡飼養鴨子不僅能防除雜草，也會捕食昆蟲及福壽螺，同時其排泄物可提供稻作所

需之氮、磷、鉀及其他微量元素。惟水稻抽穗期間，為防止鴨子啄食稻穗，須將其移至鴨舍圈養。在有機栽培理念中，對於病蟲害防治盡量維持在經濟危害水平，並不主張趕盡殺絕方式，進而增加生態的平衡性。



圖1. 有機水稻田養鴨防除雜草。

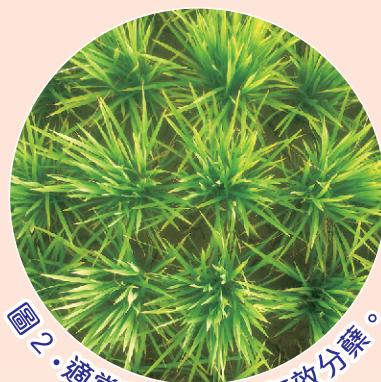
- (十)人工除草：上述方法雖可降低雜草密度，但無法完全防除，須輔以人工除草，藉由人力拔除或利用人工除草器，於插秧後10~15日進行。人工除草的動作可將空氣帶入土壤中，對水稻生長具有正面效益。

八、強化灌排水管理

水稻生育期間灌排水管理與水稻產量及品質有密切的關係，依不同生育階段其管理方法有別，有時需水較多，如孕穗期不可斷水；有時需水較少，如分蘗期斷水，可抑制後期之無效分蘗。水稻在移植後，必須給予較長時間的湛水，可有效緩衝環境對水稻生育初期所造成的不利影響，亦可抑制雜草種子發芽，達到有效控制雜草的目的。此種依據水稻生育階段對水分的不同需求而調整灌排水的方法，不僅可以節省用水量，又可提高養分的有效性及稻根的活性，而使生育健旺，具有增產及改善品質之效果。水稻生育期間灌溉水管理注意事項如下：

- (一)成活期至分蘗始期：近年來育苗業者在「以時間換取金錢」下，以密播方式育苗，即能在短時間出秧，造成秧苗呈徒長現象，使得移植至本田之一叢秧苗數多達數十支(中南部每公頃秧苗數高達310箱)，且須深植以防倒伏。在此情況下，插秧後2~3日不宜灌水，以防葉片更形軟弱並黃化，俟根部生長穩定後，田面再維持3公分左右水深。
- (二)分蘗始期至分蘗終期：此時期田面應經常保持3~5公分淺水灌溉，以促進根群之發育與早期分蘗。如灌水過深時，會抑制分蘗，並使稻株軟弱，降低對病蟲害之抵抗性。第一期作有效分蘗終期約在插秧後38日，第二期作約在插秧後28日，其後不需再灌水，若在此期間施用第一次及第二次追肥時，須控制田面保持1公分淺水，俟田間水分完全滲入土壤後，再恢復灌水。水稻的生育受田間水溫影響很大，因此，第一期作如遇15℃以下低溫時應行深水灌溉(約10公分)，第二期作水溫若超過30℃時，宜採放流灌溉或於上午10時排水，下午4時再行淺水灌溉。

(三)有效分蘗終期至幼穗形成始期：控制此一時期的灌溉最為重要，由於土壤長時間處於水分飽合或湛水狀態，阻礙土壤通氣，使得土壤還原電位降低，造成毒害物質的累積，影響水稻根系活性及養分吸收，此時根部對土壤中氧氣的消耗量已接近最高峰，所以讓田土乾燥而略為龜裂狀態，不但可以供給氧氣，同時因田土乾燥促進水稻根系向下生長，不僅可有效預防水稻生育後期倒伏，更能充分利用較深層的土壤養分，且有利土壤中有毒物質的分解與釋放。又稻株在此時即使再增加分蘗亦屬於無效分蘗，故在分蘗數已達到生產良質米之目標支數時，應即行排水曬田，以抑制無效分蘗(圖2)。原則上第一期作於插秧後40~50日，第二期作30~37日，必須力行曬田。曬田是水稻栽培過程中相當重要的田間管理，將田面曝曬至表土以腳踏入不留腳印程度，或有1~2公分寬、5~10公分深的龜裂(圖3)，唯稻株葉片不可捲曲(如發現葉片捲曲，即表示植物體內缺水，應立即灌溉)，其後灌溉管理採輪灌或間歇灌溉1至2次，灌水3~5公分深即可。但此時期若有稻熱病發生或氣候乾燥田間過度缺水時，則宜採放流灌溉，不宜採湛水灌溉，以防病源菌滋生漫延，減輕稻熱病危害。



- (四)幼穗形成始期至幼穗形成終期：此時期約在水稻抽穗前22日，葉面積增加，蒸散作用劇烈，光合作用轉強，根部活性旺盛，因而對養分與水分之需求量大，應採行5~10公分深水灌溉至幼穗形成終期為止，為期約10日。
- (五)孕穗期：水稻抽穗前7至10日之孕穗期，根之氧氣消耗量最大，土壤中氧氣消耗量達最高峰，故此時期水雖必要但不可湛水，應採3~5日輪灌1次，保持田面濕潤即可，以確保土壤通氣良好，促進根系之強健。
- (六)抽穗開花期：抽穗開花期至齊穗約需7日，此時期之水稻葉面積為全生育期中最大，稻株對氮肥吸收及日蒸散量曲線達第二高峰，而在葉部光合作用所貯積的碳水化合物需有充足的水分才可轉移至稻穀，並以澱粉狀態貯藏，因此，此時期須維持5~10公分深水灌溉，自抽穗開始至齊穗為止(圖4)。

(七)乳熟期至糊熟期：水稻齊穗後植株最上部3片葉子為進行光合作用生產碳水化合物的主要工廠，需仰賴充足的水分輸送碳水化合物轉存至穀粒，使穀粒飽滿，故此一時期又稱為灌漿期，應採5~8日輪灌1次，每次5~10公分深水灌溉至抽穗後第18日止。

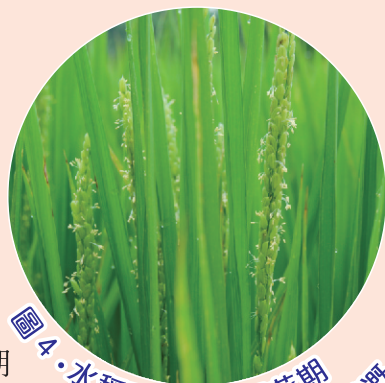


圖4. 水稻正值抽穗開花期，應採5~10公分深水灌溉。

(八)黃熟期至完熟期：水稻抽穗後約18日進入黃熟期，此時上部葉仍繼續進行光合作用合成碳水化合物，故此時仍不宜太早斷水，以防穀粒充實不飽滿，應採用3~5日約3公分水深之輪灌2~3次，直至收穫前5至7日開始斷水。生產良質米，收穫前不可太早斷水，以免產生心腹白米及胴裂米，影響稻米品質。

九、收穫

有機水稻收穫要特別注意收穫機內部清理，勿與一般慣行農法栽培之稻穀混雜。水稻收穫適期之適當與否嚴重影響米質，太早收穫青粒數及心腹白增加，千粒重減低，太晚收穫則稻穀內水分太乾，容易使稻穀受氣候日夜溫差之物理膨脹收縮，造成胴裂，同時較易受機械碰撞而損傷，導致完整米率降低。一般稻穀適當收穫時期為稻田內大多數稻穗上穀粒均已成金黃色，僅在水稻母株之稻穗基部上尚有2~3粒穀粒呈黃綠色時收穫(圖5)，此時收穫才能確保米質，惟為提高良質米品質，以提早1~2日收穫為宜。目前臺灣水稻大部份採用機械收穫，收割時應避免損傷穀粒，同時應避免在雨中或有露水時作業，以免收穫機受損。收割前應適當排水，使田面變硬以利作業。

十、乾燥及貯藏

稻穀收割後隨即以循環式乾燥機烘乾，乾燥時避免採用快速乾燥法，以減少胴裂及降低食味品質，同時乾燥機應專用，避免與一般慣行栽培法之稻穀混合使用。調製後之稻穀應集中專倉儲存，儲藏時應置於通風良好之冷涼處，若能以低溫儲存，則可長期存放及確保品質，碾製後將產品真空包裝。



圖5. 稻穗基部上尚有2~3粒穀粒呈黃綠色時收穫。

(一)乾燥：臺灣地處亞熱帶，高溫多雨，稻穀收穫後

燥可分為傳統的日曬乾燥法及目前農民普遍採行的乾燥機烘乾法，過去農民採用快速乾燥法，稻穀水分急速下降，含水量過低，導致胴裂米增加，糙米失去光澤，食味品質降低。根據試驗結果顯示，稻穀以循環式乾燥機採3段變溫烘乾較為理想(圖6)，即剛收穫之稻穀置於循環式烘乾箱中，先以定溫55℃進行烘乾，待



圖6·稻穀以循環式乾燥機採3段式變溫烘乾較佳。

，待稻穀含水率降至20%時，再以定溫50℃續行烘乾，待稻穀含水率降至16%時，再以定溫47℃進行烘乾，而至稻穀含水率14~15%時為止，可確保食味品質及提高碾米之完整米率。若在雨季搶收稻穀，乾燥時宜採用雨季搶收乾燥法，即在開始2小時內，加熱溫度以不超過室內濕球溫度表之攝氏度數加30℃為宜，烘乾2小時後，視乾燥程度再降低溫度，至稻穀含水率18%即可取出，再換批乾燥，待全部乾燥完畢後，再以45~47℃的溫度乾燥至所需含水率。

(二)貯藏：稻穀貯藏時，由於仍進行呼吸作用而消耗能量，且受貯藏環境溫度及濕度的影響，使其物理性與化學成分產生劣變，而降低稻米品質，因此，應特別注意貯藏方式與貯藏環境，以維持稻米品質。貯藏時最好放置在通風良好之冷涼處所，在溫度25℃以下，含水率14%的良質米稻穀，若欲加工為良質米最多僅可貯存約6個月，如能低溫貯藏，則可延長貯存期間而保持品質不變，散裝貯藏時，盡量採用低溫貯藏或裝設通風設備。

結語

水稻有機栽培具有土地永續經營、環境保護及廢棄物再循環利用之意義，惟水稻有機栽培生產成本較高、病蟲害防治較困難及消費市場開拓不易，為目前推廣水稻有機栽培所遭遇之最大困難。有機米可憑藉其高品質、無污染等競爭優勢，配合有機驗證機制，取得顧客信賴，同時把握未飽和的有機市場，加以宣傳並推展銷路，發揮其市場潛力，並讓消費者瞭解食用有機米，不僅以食用安全衛生為考量，更應以保護我們生活環境及提昇生活品質為出發點，共同盡一分心力，因為多生產一分有機農產品，則多出一塊淨土，這是我們的期望。