

短期葉菜有機採種 和種子滅菌處理

顏永福¹、趙秀芳²

一、有機農業法規和有機種子

歐盟於2007年通過(EC) No 834/2007法同時廢止 No.2092/91，No 834/2007法第12條規定有機栽培必須使用前一代用有機管理的母本所生產的種子，營養繁殖的作物至少一代親本亦須用有機管理，多年生作物親本至少須有兩個生長季節用有機管理。第26條規定栽培用的有機種子和營養繁殖資材須取得驗證標示。美國有機農業法標準(National Organic Program Standard)第205.204條規定農民要種植有機種子除非無法購得商業有機種子，才可以以未經藥物處理也非基改的傳統種子代替，由於美國法令這項規定已帶動有機種子研究、生產和市場，估計目前美國約有8%的有機栽培使用經驗證的有機種子(Dillon, 2007)，但Reiten（美國Oregon-based區種子公司研究和農場經理）懷疑美國種植有機種子的面積不超過1%，因為美國生產的有機種子被賣到歐盟(<http://www.organicconsumers.org/Organic/organicseedregs.cfm>)，所以用有機種子產量推算種植有機種子面積可能有誤，因為未扣除賣到歐盟的種子量。

歐盟農業部於1991年批准有機農法Regulation (EEC) No.2092/91，規定農民要

種植有機種子，但無法購得商業有機種子時可以用傳統種子，造成驗證機構有彈性空間，未能依法種植有機種子，因此歐盟於2001年要求到2004年時須回歸法律規定使用有機種子。2005年國際有機農業推動聯盟的有機生產和加工基準法4.1條(IFOAM NORMS for ORGANIC PRODUCTION and PROCESSING, 4.1 Choice of Crops and Varieties)規定有機栽培要使用有機種子或資材，這項規定已成為國際標竿，並成為許多國家有機標準立法的參考。配合歐盟國家到2004年時須回歸法律規定使用有機種子，歐盟於2003年建立會員國有機種子資料庫，供登錄商業有機種子，歐盟自2005年1月起已有15個國家可以經由www.europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/seeds/index_en.htm首頁連結到有機種子資料庫，若資料庫顯示仍有有機種子可販售，則不得使用傳統種子，因此驗證機構操作空間變小，因為若資料庫顯示有種子，歐盟任何政府就必須關閉條款，強迫必須使用有機種子。因此荷蘭於2004年關閉使用小麥、燕麥、大麥、馬鈴薯和黑麥草傳統種子，比利時於2005年關閉使用9個種類的蔬菜傳統種子。法國政府對8個種類糧食作物和10個蔬菜作物特別監視，並於

1.顏永福 國立嘉義大學 生物農業科技學系 教授(退休)

2.趙秀芳 行政院農業委員會 臺南區農業改良場 副研究員

2007年否決所有申請玉米使用傳統種子代替有機種子。現在有機栽培須種植有機種子的法令執行越來越嚴，未來歐盟的農民只能種植種子公司所能提供的有限品種的有機種子。Groot et al. (2005)報告指出，即使有足夠的有機種子，確實執行種植有機種子仍有下列困難：(1)有機種子或繁殖資材仍不是所有作物可以取得，尤其適當的品種。(2)用有機農法生產的種子品質要相似於傳統種子更困難。(3)有些有機種子較貴，因此實務上農民會選擇傳統種子。(4)有機農法種子可能農民自行留種或社群會員交換，因此種子品質會是嚴重問題，所以依法執行種植有機種子仍須克服困難。

二、有機種子產業

2008年全球的有機食品和飲料市場值300億歐元，國際市場以每年15%-22%成長率增加，而傳統食品和飲料市場增加率只有2%-6%，因此有機栽培面積將逐年增加，有機種子的需求亦會增加。大型的種子公司已開始研究和供應有機種子，例如杜邦供應有機玉米種子，法國種子公司巨擘公司供應全系列有機種子，德國KWS公司供應玉米和甜菜有機種子，德國Bayer公司因為看重有機種子未有的利益，因此併購德國Hild有機種子公司和美國M&M Mars有機種子公司，這個趨勢愈來愈強。歐盟種子大國荷蘭亦加入有機種子供應的行列，尤其荷蘭種子公司在國外有採種基地或子公司，因此可以全年供應種子，例如跨國種子公司Enza已在14個國家的子公司生產有機蔬菜種子。另外的兩家荷蘭大種子公司Bejo and Rijk Zwaan透過國外生產也開始供應有機種子 (Grain, 2008)。荷蘭的

Wageningen 大學和研究中心已開設有機種子農法和種子技術課程 (Groot et al., 2005)。但有機種子生產技術和產業仍面臨困難，Lammerts van Bueren (2002)提出有機種子的生產面對三個主要困難：(1)因為有機農業面積有限，所以有機種子市場有限導致生產成本比傳統種子高。(2)技術上的困難，因為缺乏不使用農藥和肥料於生產有機種子的經驗。(3)有機種子品質達到標準的困難：有機種子採種的困難有病蟲害和雜草的控制，尤其種子傳染病害更應特別注意，所以須要對這些問題進行研究。例如Boelt (2003)報告指出有機苜蓿採種，因受到象鼻蟲幼蟲危害，有機種子採種量減少12%-77%。

三、有機種子採種和育種

傳統種子和有機種子的採種技術兩者相似，唯一區別是有機種子採種田須採用有機農法並取得認證，由於有機農法禁用化學肥料和農藥，因此有機採種田控制病蟲害較困難，以致有機種子感病的風險增加，但歐盟的STOVE (Seed Treatment for Organic Vegetable production)又更改規定，要求有機種子感病率須低於0.01%，所以有機採種的田間衛生和控制種傳病害就變成很重要 (Gail, 2005)。由於禁用農藥所以露地採種的有機種子感病的風險增加，尤其二年作物生長期更易感病，已有許多的地區採用溫室採種，因為可以控制環境和避免污染，避免種子受到病害感染，紐西蘭已用保護栽培在有機種子採種 (Walker, 2003)。

使用有機種子有三個理由：(1)有機農業法有規定，所以驗證機構要求有機栽培

用須要有機種子，(2)減少上游傳統生產帶來的污染，(3)發展有機農法栽培品種。這三個理由對發展有機種子都很重要，其中第三點發展有機農法栽培品種更是有機農業的基礎，因為適當有機栽培的品種，可以補有機農法的不足。因為有機農法內涵不是只有不能使用禁用資材清單，而是有機農業系統不同於傳統農業，有機栽培的品種須具抗/耐病蟲害，要能與雜草競爭，能在土壤和環境氣候逆境下生長，因此適合有機栽培的品種特性會不同於傳統品種。針對上述品種特性之需求，已有種子公司和育種家在發展適合有機栽培的品種 (Colley, 2011)，這些品種具生長勢強，地上部形成遮蔽效果早以抑制雜草生長，耐低溫等氣候逆境，植株根系生長快生長勢強而且分佈密，所以吸肥力強，尤其有機栽培禁用農藥更須要能抗病蟲害品種。Grube (2007)報告有機蔬菜生產規模比傳統蔬菜小，而且操作也多樣化，尤其栽培環境、土壤和灌溉也多變，所以有機品種育種須要遺傳多樣化以配合多樣化的栽培環境和操作 (Ceccarelli and Grando 2007 ; Dawson et al., 2008)。

種子滅菌處理

Greer (2005)指出雖然育苗公司可以供應傳統穴盤苗，但通常不供應有機穴盤苗，所以有機蔬菜種植者通常要自行育苗，國內的情況相同，目前為止仍不供應有機穴盤苗。種子在播種前必須要經過浸種消毒、藥劑消毒或乾熱消毒，這些措施可以把附著在種子表面的病菌殺死，Suzuki 於2000年將種子置於70℃滅菌後，快速冷卻方法獲得歐盟專利。

根據文獻指出有機農法的種子消毒的方法主要有：(1)熱水燙種。將種子投入5倍於種子重量的具有一定溫度的熱水中浸燙，並不斷攪動，使種子受熱均勻，待水溫降至30℃時停止攪動，轉入常規浸種催芽。番茄、辣椒和十字花科蔬菜種子用50~55℃的熱水浸燙，可防猝倒病、立枯病、潰瘍病、葉黴病、褐紋病、炭疽病、根腫病、菌核病等。黃瓜和茄子種子用75~80℃的熱水燙種10分鐘，能殺死枯萎病和炭疽病病菌，並使病毒失去活力。西瓜種子用90%的熱水燙3分鐘，隨即加入等量的冷水，使水溫立即降至50-55℃，並不斷攪動，待水溫降至30℃時，轉入常規浸種催芽，能殺死多種病原物。(2)恒溫水浸種子。將種子用紗布包好，浸入50-55℃的水中10-15分鐘，然後用溫水沖洗，水溫要恒定。(3)乾熱消毒。將種子置於恒溫箱內處理。番茄、辣椒和十字花科蔬菜種子需在72%條件下處理72小時，茄子和葫蘆科的種子需75℃處理96小時。豆科的種子耐熱能力差，不能進行乾熱消毒。此法幾乎能殺死種子內所有的病菌，並使病毒失去活力，但在消毒前一定要將種子含水量曬乾，否則會殺死種子。(4)漂白粉泥漿法。將漂白粉加入泥漿中，用量按每公斤種子用漂白粉10-12克計算，泥漿用量以正好將種子拌勻為度。將漂白粉泥漿與種子混勻後，放入容器封存16小時，能殺滅甘藍、白菜、花椰菜、芥菜、蘿蔔種子上的黑腐病菌。(5)白酒浸泡法。白酒和種子按1:1的重量比，先把白酒和水配好，再把種子放入浸泡10分鐘。



四、短期葉菜有機採種試驗

台灣種子公司有很好的採種技術和自有品種，也曾經是國際種子公司委托採種地區，所以發展有機種子採種很有潛力，但有機採種田管理會影響採種量和種子品質，這是台灣較欠缺的技術。下列為本實驗室進行的短期葉菜有機採種試驗結果。

（一）種植期對短期葉菜採種量的影響

短期葉菜生育期短、種子使用量大，並為主要有機蔬菜，所以急需生產這類種

子供有機栽培使用。台灣的短期葉菜類品種已馴化成適合台灣氣候並且在台灣採種，所以本有機採種方法與傳統採種法相似，但改為有機栽培管理，以評估商業有機採種之可行性。

小白菜種植期採種試驗結果發現，農友公司鳳山小白菜品種種植期是影響採種量重要因子（表1），10月29日和11月25日播種，種子採種量分別為114.4和103.3公斤/0.1公頃，12月28日播種則劇降為20.0公斤/0.1公頃。同樣的，台農2號小白菜於10月28日和11月24日播種採種量分別為104.8和70.0公斤/0.1公頃（表2），因為小白菜須要經過低溫春化作用才能開花，所以雖然播種期不同但開花期相同，因為台灣天氣於年底時才有足夠低溫誘導開花，因此10月播種的植株當低溫來時（圖1），植株已夠大花芽多因此產量高（圖2），12月28日播種後植株尚小時即遇到低溫開花，所以採種量少。因為採種田採用有機管理因此授粉昆蟲活躍（圖3），但後期病害蟲大量繁殖，但果莢已進入硬熟期，無礙於果莢後續完熟（圖4）。



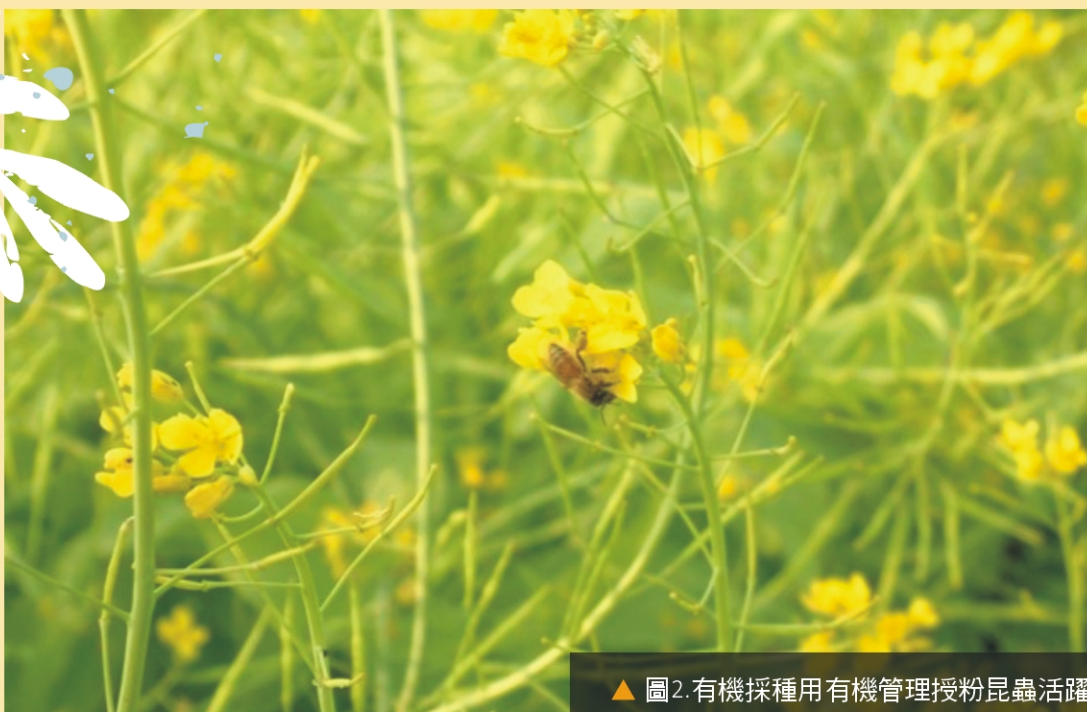
▲ 圖1.小白菜經低溫春化作用後盛花情形

表1.農友鳳山小白菜播種期對種子產量的影響

播種期	株高 (公分)	地上部乾重 (公克/株)	種子重 (公克/5株)	採種量 (公斤/0.1公頃)
10/29	131.0	276.7	10.3	114.4
11/25	119.0	350.0	9.3	103.3
12/28	110.5	189.2	1.8	20.0

表2.台農2號小白菜播種期對種子產量的影響

播種期	株高 (公分)	地上部乾重 (公克/株)	種子重 (公克/5株)	採種量 (公斤/0.1公頃)
10/28	141.3	264	22.0	104.8
11/24	134.8	196	14.7	70.0



▲ 圖2.有機採種用有機管理授粉昆蟲活躍



▲ 圖3.播種期影響開花期植株大小



▲ 圖4.採種植株病蟲害為害



▲ 圖5.芥藍有機採種田植株開花



▲ 圖6.高苣有機採種田植株開花

同樣的將芥藍菜種子播於穴盤中育苗20天後移植到採種田，定植密度為行株距為30x40公分，栽培期間用苦楝油、蘇力菌、矽藻土輪流防治蟲害，用元素硫防治病害，植株生育旺盛順利開花（圖5），結果11月6日和12月4日定植的採種量高於1月2日定植，因為與小白菜相似，定種後植株尚小時即遇到低溫開花，所以採種量平均90.7公斤/0.1公頃最低，11月6日定植的株高與12月4日定植的無差異，但11月6日定植的採種量187.4公斤/0.1公頃略

大於12月4日定植的170.2公斤/0.1公頃，所以11月和12月初都是採種田定植適當時間。然而，本研究亦發現採種量品種間有差異，'明豐1號黃花芥蘭'於11月6日和12月4日種植的採種量無差異，但'明豐白黃花芥蘭'於11月6日種植採種量249.2公斤/0.1公頃高於12月4日定植的採種量162.9公斤/0.1公頃，1月2日定植的採種量只有55.6公斤/0.1公頃（表3）。

葉萵苣播種期試驗分別於11月6日、12月4日和1月2日種植20天幼苗，定植密度為行株距為30x40公分，開花整期（圖6），11月6日定植的種子平均產量24.09公斤/0.1公頃，但隨著定植延後而且採種量減少（表4），因為萵苣開花受到高溫長日誘導不受低溫春化作用影響，因此較晚種植產量減產較少，但愈晚種植種子成熟期遇到春天雨季，因此仍於11月種植較佳。

表3.芥藍苗定植期對種子產量的影響

播種日期	品種	株高 (公分)	株重 (公克/株)	種子重 (公克/5株)	採種量 (公斤/0.1公頃)
11月6日	明豐1號黃花芥蘭	144	0.479	141.2	235.3
	明豐白黃花芥蘭	156.6	0.219	149.5	249.2
	明豐2號白花芥蘭	172.8	0.501	64.5	106.6
	明豐3號白花芥蘭	118	0.431	95	158.3
	平均	147.8	0.407	112.6	187.4
12月4日	明豐1號黃花芥蘭	183	0.295	140.3	233.2
	明豐白黃花芥蘭	159.6	0.197	97.8	162.9
	明豐2號白花芥蘭	158	0.329	109.4	182.3
	明豐3號白花芥蘭	93.6	0.217	61.5	102.5
	平均	148.6	0.26	81.8	170.2
1月2日	明豐1號黃花芥蘭	101.4	0.152	41.7	69.5
	明豐白黃花芥蘭	72	0.144	33.4	55.6
	明豐2號白花芥蘭	135.4	0.273	81.2	135.3
	明豐3號白花芥蘭	93.6	0.217	61.5	102.4
	平均	100.6	0.196	54.4	90.7

表4. 茼蒿苗定植期對種子產量的影響

播種日期	品種	株高 (公分)	株重 (公克/株)	種子重 (公克/5株)	採種量 (公斤/0.1公頃)
11月6日	明豐改良種	145.6	0.208	10.16	16.93
	明豐長尖葉	191.2	0.201	13.83	23.04
	明豐3號	195.6	0.227	19.39	32.3
	平均	177.5	0.212	14.46	24.09
12月4日	明豐改良種	124.8	0.445	16.23	27.04
	明豐長尖葉	155.8	0.222	10.84	18.07
	明豐3號	169.6	0.35	11.66	19.43
	平均	150.1	0.339	12.9	21.49
1月2日	明豐改良種	118	0.256	14.34	23.89
	明豐長尖葉	152	0.32	12.88	20.96
	明豐3號	143.4	0.187	13.27	22.11
	平均	137.8	0.254	10.69	17.81

(二) 採種母株栽培密度對採種量的影響

栽培密度會影響到植株生長和通風，因而影響母株健康和罹患病蟲害率，及最後的採種量和種子品質，尤其採種母株罹病後會造成種子帶病影響更大。小白菜露地採種試驗地於9月進行整地，整地後施有機肥2公斤/平方公尺，於10月25日播種，種子於2月16日採收結果仍以20x60公分密度310.8公斤/0.1公頃產量最高，35x60和40x60公分產量分別為181.9和171.6公斤/0.1公頃最低（表5）。

表5. 台農2號小白菜品種採種株距處理對種子產生影響

行株距 (公分)	株高 (公分)	地上部乾重 (公克/株)	種子重 (公克/5株)	採種量 (公斤/0.1公頃)
20 x 60	144	296.5	37.3	310.8
25 x 60	143.3	393.5	37.7	251.3
30 x 60	151.2	366.5	38.8	215.5
35 x 60	148.1	315.2	38.2	181.9
40 x 60	148.5	363.8	41.2	171.6

茼蒿種子播於穴盤再定植於採種網室，共有葉茼蒿地方品系'明豐改良種'、'明豐長尖葉'和'明豐3號'等3個品系，種植株密度為行株距20x30、30x30、40x30 公分等3個處理，栽培期間用苦楝油、蘇力菌、矽藻土輪流防治蟲害，用元素硫防治病害，結果以20x30公分密度平均49.46公斤/0.1公頃產量最高，30x30和40x30公分產量分別為33.38和27.71 公斤/0.1公頃最低，種子產量以'明豐3號'最高，'明豐改良種'最低（表6）。

表6. 茼蒿採種種植株距處理對種子產生影響

行株距 (公分)	品種	株高 (公分)	株重 (公克/株)	種子重 (公克/5株)	採種量 (公斤/0.1公頃)
20*30	明豐改良種	137.4	0.161	7.78	25.93
	明豐長尖葉	181.4	0.219	16.57	55.23
	明豐3號	181	0.223	20.17	67.23
	平均	166.6	0.201	14.84	49.46
30*30	明豐改良種	136.4	0.231	9.72	21.6
	明豐長尖葉	179	0.226	14.29	31.73
	明豐3號	182	0.247	21.07	46.81
	平均	165.8	0.235	15.03	33.38
40*30	明豐改良種	142	0.295	12.73	21.21
	明豐長尖葉	167.6	0.207	15	25
	明豐3號	188.6	0.298	22.16	36.92
	平均	166.1	0.267	16.63	27.71

(三) 葉萵苣、小白菜和茼蒿有機種子調製對種子發芽和健苗的影響

本試驗將萵苣種子分別給予0、3、6、12、24 小時72℃處理後，播種於穴盤，育苗介質為：1/2真珠石和1/2椰纖和1/2河沙+1/4椰子纖維+1/4真珠石，調查處理0、3、6、12、24 小時後葉萵苣育苗成功率分別為79.4%、94.3%、95.8%、85.4%、73.9%，以72℃處理6小時最高，但植株鮮重以12小時處理3.98公克/株最高（表7）。

表7.萵苣種子72℃乾熱處理後發芽率和苗株生長

72℃/小時	株高 (公分)	葉片數	鮮重 (公克/株)	育苗成功率 (%)
0	10.4	5.7	1.00	79.4
3	8.8	4.7	1.91	94.3
6	11.2	5.1	2.37	95.8
12	15.9	5.2	3.98	85.4
24	9.5	4.4	1.50	73.9

有機芥藍種子滅菌處理

開發符合有機農業法的種子滅菌處理，以提高育苗成功率和品質，因為傳統種子在種子公司會先行拌藥殺菌或乾熱滅菌處理等，生產者也會在播種前再用藥劑浸種滅菌，這些措施可以把附著在種子表面的病菌殺死，但傳統種子大多採用殺菌劑處理，因此不能符合有機農業不能使用化學農藥要求，因此芥蘭採用符合有機農法的種子滅菌處理，以降低種子帶病原和育苗期感染病害。

芥蘭種子經各種滅菌處理育苗成功率70%-92%，72℃乾熱滅菌處理育苗成功率70%-81%，苗高以72小時處理3.2公分最高，白酒處理（58%酒精）種子均不發芽，因為白酒酒精含量過高（表8）。芥藍種子用72℃乾熱滅菌處理後，播種於穴盤其苗株較小而且育苗成功率低與前人已往結果不同，檢討後認為可能因為72℃乾熱滅菌處

理的種子含水量超過12%，導致種子高溫乾熱處理後失去發芽力，因此第2次將芥藍種子先用40℃乾燥至含水量7%，再以72℃乾熱滅菌處理不同時間，其發芽率96.7%-98.7%，播種於穴盤育苗成功率87.0%-90.0%，所以72℃乾熱滅菌處理並不影響芥藍種子發芽率，但種子含水量必需控制（表9）。將有機採種的芥藍種子不同含水量置於72℃乾熱不同時間其發芽率表現，水份含量23.2%置於72℃乾熱處理，發芽率依序為90%、80%、79%、70%；含量14.0%置於72℃乾熱處理，發芽率依序為87%、84%、81%、72%；含量9.0%置於72℃乾熱處理，發芽率依序為96%、90%、86%、85%（表10），結果所有的含水量下隨著隨著處理時間延長而變差，但芥藍種子含水量9.0%置於72℃乾熱滅菌處理後發芽率表現較佳，所以芥藍用72℃乾熱滅菌處理時種子水分含量要降低。

表8.芥藍種子採收後不同滅菌處理

處理	時間	育苗成功率 (%)	株高 (公分)
55℃熱水	5分鐘	76	3.8
	10分鐘	76	2.2
	20分鐘	82	3.6
漂白水	5分鐘	78	2.9
	10分鐘	92	1.9
	20分鐘	83	3.4
白酒	5分鐘	0	--
	10分鐘	0	--
	20分鐘	0	--
72℃乾熱	24小時	76	2.6
	48小時	67	2.3
	72小時	70	3.2
	96小時	81	1.4
對照	風乾	83	1.8

表9. 乾熱處理對芥蘭種子發芽率的影響

72℃處理/小時	0	4	8	16	32	64
發芽率%	98	98.3	98.7	98	98.3	96.7

表10. 芥蘭不同含水率經72℃乾熱處理後發芽率

種子含水率	種子發芽率(%)			
	24小時	48小時	72小時	96小時
23.2%	90	80	79	70
14%	87	84	81	72
10%	96	90	86	85



五、結論

有機種子生產是完備有機農業必需的一環，台灣有很好的採種基礎，曾是國際大種子公司委託採種地區，而且台灣蔬菜育種進步有自己育成的品種，不但蔬菜品質適合國人口味，而且已馴化成適合在台灣採種，本試驗依照傳統方式採種除改為有機栽培外，結果有機採種種子產量與傳統採種相當，所以有機種子在台灣採種可行並且已與種子公司合作進行有機種採種。但96年7月6日公佈「有機農產品及有機農產加工品驗證管理辦法」和「有機農產品及有機農產加工品驗證基準」之「第三部分作物之三、作物、品種及種子、種苗」，並未給「有機種子」明確定義，因此將來須要修正有機種子規定才能完備有機農業並與國際有機農業接軌。

有機農業亦被稱為永續農業或生態農業，目前國內有機作物栽培面積超過5,000公頃，但國內有機標準執行較為寬鬆，未要求採用有機種苗。但自2003年8月歐盟通過有機農業標準(EEC, No.1452/2003)修正，要求自2004年1月起有機作物生產必要使用有機種苗，種植有機種苗勢在必行，但迄今仍未有育苗場生產有機蔬菜苗，都由有機栽培業者自行小規模育苗，有機種苗在介質及種子調理尚未受到重視。因此本文由有機種子生產到有機種子滅菌技術，顯示有機採種定植時間非常重要，此外有機種子含水量降低後，乾熱滅菌處理並不影響其發芽率。