

# 與林木共生的 珍貴食材

# 食用真菌

與林木共生的高價值外生菌根菇是食用真菌中的瑰寶，  
它不僅對森林生態系產生深遠的影響，  
也和人類生活品質密切相關。

胡弘道



## 森林裡的蕈類

世界三大美食：松露菌、鵝肝、魚子醬，後二者屬肉類食品，唯有前者屬蕈類食品。蕈類一般是指能產生明顯子實體的真菌，高經濟價值的食用真菌，很多是與林木形成外生菌根的真菌，其中以義大利中北部生產的白松露真菌最珍貴，商品以廚房的白色金剛鑽名之。

2003年秋季美國紐約一家餐館，便以相當200萬元新台幣的價格購得1公斤鮮重的白松露真菌子實體，一般大小的，每公斤鮮重也需1819萬元。此外，法國生產的黑孢松露菌及亞洲生產的松茸，近年來每公斤鮮重售價也達35萬元新台幣。其他如英國稱作真菌之王的美味牛肝菌及世界各溫帶林所生產的雞油菌，雖然價格不像前者那麼高，但是總產值卻相當驚人，僅雞油菌在2000年的產值就高達10億美元。

上述的真菌在形成子實體前，必須與外生菌根林木的根系形成共生的器官，也就是所謂的外生菌根，才能形成子實體，因此，營造一外生菌根的森林環境就顯得格外重要。

各種共生真菌所形成外生菌根的形態，因菌種不同而呈現不同的形態特徵，同種者有時不易由形態區分，這時可用分子生物、血清反應或複製去氧核醣核酸來鑑定。近世紀以來，由於可供這些真菌共生的林木日漸減少，加上空氣污染與不當的採收及破壞，導致產量逐年下降。目前在歐洲、紐西蘭、美國、韓國與日本採用人為接種方式栽培，但並非短期可成，所以價格常居高不下。若能掌握這些真菌的生物特性，便可在理想環境下，用集約經營或園藝的栽培方式，創造一嶄新的林業經營模式。

## 高價值外生菌根菇

外生菌根是真菌與根所形成的共生器官，它具有兩個明顯特徵，第一是根表皮細胞外面被一厚約540微米( $\mu\text{m}$ )的菌毯所包圍，第二是根皮層細胞間的細胞壁被菌絲穿入，形成細胞間的哈替氏網。外生菌根菇則是外生菌根形成一段時間後所產生的子實體，外生菌根菇因本身無法合成碳水化合物，而必須靠林木供應，不過外生菌根的延伸菌絲能幫助林木吸收土壤中的養分與水分，所以二者是互利共生的。

有些真菌子實體是長在地上的，例如松茸、牛肝菌及雞油菌等，有些則是長在地

**蕈類一般是指能產生明顯子實體的真菌，高經濟價值的食用真菌，很多是與林木形成外生菌根的真菌，其中以義大利中北部生產的白松露真菌最珍貴，商品以廚房的白色金剛鑽名之。**



台灣二葉松幼苗接種義大利白松露菌所形成的典型外生菌根形態

**掌握這些高經濟價值真菌的生物特性，便可在理想環境下，用集約經營或園藝的栽培方式，創造一嶄新的林業經營模式。**



法國的松露菌主人以狗尋找土中的松露菌

下的，例如白松露菌與黑松露菌，必須靠母豬、母狗或特製工具去尋找挖取。有記載的可食用菇超過 2,500 種，其中有 200 種以上經由純合成試驗確定是外生菌根菇。以下介紹幾種高價值外生菌根菇的外觀特徵。

**義大利白松露菌** 子囊果直徑 2—10 厘米，

圓形、不規則球形或不規則塊狀，淡黃褐至灰褐色，表面平坦稍有片狀的絨毛。果肉黃褐、灰褐至暗灰色，被白色或黃灰色、有時呈紅色暈的菌脈所穿透，具蒜香味。孢子蛋形、脊—網狀，黃褐至褐色，大小約  $32-45 \times 30-40$  微米。夏、秋、冬季生長在含鈣質土壤的不同闊葉樹林中，如白楊、櫟、白柳及義大利赤楊。

**法國黑孢松露菌** 子囊果直徑 3—6 厘米，圓形或不規則塊狀，暗褐至黑褐色，表皮被金字塔形的疣所被覆。果肉最初是白色，很快變成暗褐至褐黑色，被白色、稍後變成褐至紫色的菌脈穿透，具芳香味，孢子大小約  $29-55 \times 22-35$

義大利白松露菌子實體的完整個體及具白色菌脈的橫切面



剛從土石塊中挖出的法國黑孢松露菌子實體

微米，長橢圓形，具刺，暗褐色。冬季在鈣質土壤的殼斗科樹種（主要是毛櫟）榛木及松樹下生長。

**外孔黑松露菌** 子囊果塊狀、不規則圓形，表面有疣，銹褐色，在基部有凹孔，往內深入。果皮硬，乾燥，木質的，淡銹褐色，具白色菌脈匯入孔洞，有芳味。孢子橢圓，黃褐色，網狀，大小約  $30-40 \times 20-30$  微米。7—12 月發生於闊葉林（櫟、水青岡），尤其適合在疏鬆的黏質土及含鈣土壤中生長。

**中國產的印度松露菌** 子囊果直徑 2—9 厘米，不規則球形或橢圓形，粉褐色、咖啡色、暗褐至暗黑色，表面具桑椹狀凸起，由網狀的溝縫分隔，凸起多圓鈍、少尖銳，凸起的錐基 0.2—2 毫米。產孢組織是灰褐色、紫褐色或粉褐色，具粉白至黃褐色分枝的菌脈。子囊近圓形、長圓形或卵圓形，大小約  $160-175 \times 150-600$  微米，不具子囊柄，內含 1—4 個孢子，最多可達 6 個。孢子初期呈微透明、後呈深褐



台灣黑松露菌的子囊果形態與法國黑松露菌十分類似，難以區分。



色，卵圓形或長橢圓形，少呈圓形，大小約14.3 45 × 12 40微米，表面具細長疣狀凸起。凸起脊呈斑點狀、條紋狀、單一或偶有分叉，疣凸高0.5 3微米，粗細變異較大。9 12月在鈣質土壤的殼斗科及雲南松林中生長。

**台灣黑松露菌** 子囊果直徑2 10厘米，不規則球形或不規則橢圓形，暗褐至棕黑色，表面具4 7脊的金字塔形凸起，中間略呈凹陷。產孢組織暗褐 棕黑色，具白色 黃褐至紫色的菌脈。子囊球形或長橢圓形，大小約22 50 × 33 55微米，子囊柄基短，內具2 4個孢子。孢子暗褐色，橢圓形，大小約12.5 25 × 10 18微米，表面具網狀的刺，刺高3 6微米。8月底至2月生長於石灰質的青剛櫟林。

**松茸** 菌傘直徑5 20 ( 30 ) 厘米，初呈半球形，後漸平展，具黃褐色至栗褐色平伏的纖毛狀鱗片，邊緣內捲。菌肉白色，菌褶彎生，菌柄中生，菌環以上是污白色並有粉粒，菌環以下具栗褐色、纖毛狀鱗片，菌環生於柄的中部，絲膜狀。擔孢子無色，光滑，寬橢圓形至近球形，大小約6.5 7.5 × 4.5 6.2微米。夏秋季生長於松樹（主要是日本赤松、韓



英國真菌學者眼中的真菌之王「美味牛肝菌」

國松、台灣二葉松)的林分中。  
**美味牛肝菌** 菌傘直徑6 25厘米，中凸，少平展，鮮時菌傘表面有濕潤感、平滑，傘緣很少內捲，顏色多樣，淡灰褐、麵包黃、紅褐色、有時呈橄欖褐、或近朱褐色。菌肉白色，近菌傘外圍呈淡污紅色。菌管貼生，最短可達3厘米，管徑小而圓，每毫米約2 3枚，初呈淡乳白色，後轉成污綠黃色，老時呈污紅色，管孔成熟後多呈現綠色斑點。菌柄厚實，高10 16厘米，粗2 4毫米，棒狀，基部近土處常變粗，在中上端的柄表面具明顯的網絡凸起，淺灰色、肉桂色。孢子印呈深橄欖褐色，孢子狹紡錘形，大小約14 17 × 4 6.5微米。夏秋季與水青岡、松樹共生。

**雞油菌** 菌傘寬2.5 10厘米，幼時扁平，後下凹呈喇叭形，杏黃色至淡黃色，光滑，邊緣波狀或瓣裂。菌肉與菌蓋同色、較厚，菌褶與菌蓋同色，較稀疏、狹窄，有橫脈和分叉，近似網狀交織，向下延伸至柄部。菌柄圓柱形，色與菌



產於台灣八通關山二葉松的松茸

# 森林資源

與林木共生的珍貴食材——食用真菌

蓋同或稍淺，高7—12厘米，粗5—18毫米，上下大小一致或基部稍細、或有稍大的，光滑、內實。孢子印乳酪白色、略帶微黃。孢子無色，平滑、橢圓或卵圓形，大小約7—10×5—6.5微米，有尖凸，內含一至數個油滴。

**松乳菇** 菌傘直徑3—11厘米，初呈扁半球形，中央臍狀，逐漸平展，後凹陷，完全展開後呈漏斗狀，表面濕時稍黏，光滑無毛，黃褐色至磚紅色、橘紅色或淺紅褐色，有或無深色斑點，有相連形成的同形環紋。菌蓋邊緣初時強烈內捲，後平展。乳汁橘紅色，後變為綠色。菌褶直生或稍延生，較密。菌柄長2—5厘米，粗0.7—2厘米，近似圓柱形或向基部漸細，色同菌褶或更淺，傷後變綠色，肉部鬆軟後彎中空，菌柄切面先變橙紅色，後變暗紅色。孢子印近米黃色，孢子無色，有疣或網紋，廣橢圓形，大小約8—10×7—8微米。

外生菌根菇的經濟價值，目前，受到人們喜食的偏好及產量多寡的影響，也就是受供需原則所決定。2000年雞油菌在國際上的商業價值，便超過10億美元。單單中國外銷的乾燥松露菌就達5,399萬美元，鮮或冷藏松茸達4,174萬美元。美國、加拿大及墨西哥的白松露，價值5千至6千萬美元。南韓及北韓每年販售松茸的收入，平均在2千至8千萬美元。

現列舉已有良好世界市場的8種外生菌根菇，2003年每公斤以美元計鮮重的零售價格：

以穴直管培育菌根苗是生產外根菇的重要過程



義大利白松露菌1,500—30,000，法國黑孢松露菌500—1,750，外孔松露菌100—400，中國產的印度松露菌100，松茸375—1,250，雞油菌10—70，美味牛肝菌20—100，松乳菇15—30。

黑松露及白松露菌子實體是歐美老饕們趨之若鶩的桌上珍饈，雖其貌不揚，但經大廚精心調製後，不僅風味獨特，讓吃過的人難以忘懷，並且因其富含人體所需的各種胺基酸與蛋白質，是補充精力的泉源。中世紀時路易六世國王每次打獵回宮後，第一件要做的事就是叫僕人速速尋找松露菌給他吃。黑松露菌據說可治療痛風，並可產生類似公豬發情時分泌的荷爾蒙。

雞油菌、松茸、牛肝菌及松露菌，都含有人類所需的胺基酸。雞油菌含有二環胡蘿蔔素，可做為抗氧化劑也有預防紫外線的功能，由β-胡蘿蔔素所合成的維生素A，可治療夜盲症。此外，雞油菌也含有豐富的維生素D、蛋白質、胺基酸、醣類、脂質及礦物質，有清目、利肺、益腸胃等作用，經常食用可防止因缺乏維生素A所引起的皮膚乾燥或粗糙症、角膜軟化症、乾眼症、夜盲症、視力失常、眼炎等疾病，並可預防某些呼吸道及消化道感染的疾病，對癌細胞也有一定的抑制作用。

松茸具有強食，益腸胃、止痛、理氣化痰等功效，對糖尿病、癌症等也具效應。美味牛肝菌營養豐富，除食用外，也有清熱解煩、追風散寒、疏筋活血、補虛提神，以及治腰腿疼痛、手足麻木、婦女白帶等功效。

據法國的記載，法國黑孢松露菌最高收穫量是1982年的1,000公噸，平常每年約80—90公噸，1984年因逢夏季乾旱，收成只有10公噸。近20年來，法國黑孢松露菌產量每年也只能維持在二十至數十公噸。同樣地，在亞洲的松茸及歐洲的雞油菌產量也明顯下降，這些可歸因於樹齡增加所導致菌根質的退化及量的減少、人為不當踐踏、過度收穫及不當的採收、





選用特殊樹種建造外生菌根森林，是增加高價值外生菌根菇生產的重要過程。

氣候反常，尤其是生產期受乾旱危害、空氣污染及酸雨危害、以及森林被大量伐採。

良好的經營管理是維持及提高生產量的基本措施，這包括外生菌根林的建造，成熟木的接種，集約經營的措施，如除草、施肥、撫育及灌溉等。

### 商業性的栽培

**生產菌根苗** 不同菌根菌的寄主林木有些相同，有些則異，也就是有親和性的差異。就目前生產松露菌、松茸、牛肝菌與雞油菌等子實體的寄主林木而言，主要限於松科（如白松與紅松類）、殼斗科（如櫟與青剛櫟）、榛木科（如榛木）及楊柳科（如白楊）等。在決定生產何種外生菌根菇前，必須先對寄主林木做正確選擇。目前商業化菌根苗的接種，主要是用孢子懸浮液進行，此外也能用分離培養的純菌絲體，以固體或液體培養的菌絲進行接種。

**建造人工外生菌根林** 生產出的優良菌根苗，可提供建造人工林的材料，以便數年後能在人工建造的森林中，生產出所期望的高價值共生菇類。如要成功建造這類的人工林，必須

考慮適合的氣候及土壤因子，氣候因子中以雨量、溫度及光照量最為重要，土壤因子中則以酸鹼度、土壤質地及土壤水分最為重要。另外，選擇沒有或競爭性低的外生菌根菌林地也甚為重要。最後則是維護林分的良好生長並使土壤的條件適合出菇的狀態，就可樂觀地期待外生菌根菇在森林中出現，並做好收穫的準備以供享用。

高經濟價值可食用外生菌根菇的人工栽培，除了法國黑松露菌及松茸分別於近10年及20年有驚人進展外，其餘外生菌根菇在已建造的森林下，至今雖仍無子實體產生，但相信不出幾年必有成功的例子。最近的研究已對上述外生菌根菇的遺傳、分子生物及生態習性，有更深入的分析與了解，因此欲成功建造新林來增產這類食用菇，應指日可待。台灣林地資源有限，如何在兼顧森林多目標功能下，把林地做最佳的運用，以創造出另一個林業的春天，則有賴林業決策者的智慧與能力。

胡弘道

台灣大學森林環境暨資源學系

# 森林資源

與林木共生的珍貴食材——食用真菌