

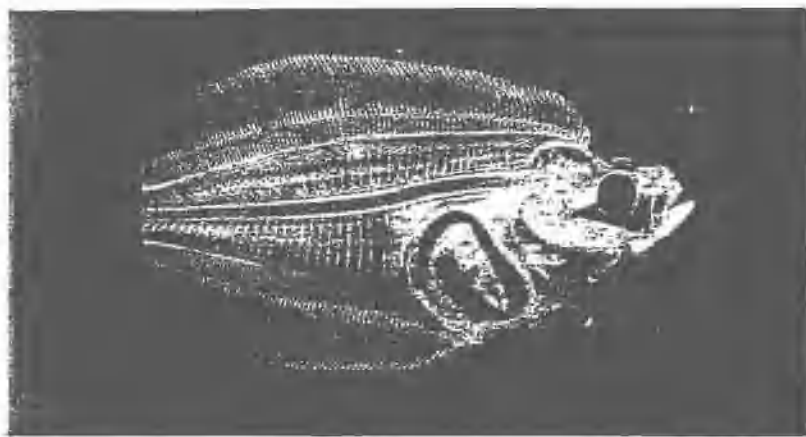
稚苗飼料生產

LARVAL FEED PRODUCTION

原文刊載於 INTERNATIONAL AQUA FEED ISSUE 2 1999

原著：FREDERIC T. BARROWS Ph. D., BOZEMAN FISH TECHNOLOGY CENTER U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE, MONTANA, U.S.A.

譯者：呂伯瑜



在水產養殖計畫中供養成用高品質魚苗的生產端賴有效率的稚苗生產作業，活餌通常佔稚苗最初食物的主要部份。然而，稚苗配合飼料製造方法的改進已導致稚苗飼養作業無效力的補充，在某些情況下有配合飼料完全取代活餌的例子。

稚苗飼料的極端細小尺寸會產生麻煩，不僅僅在粒子的生產上也會在飼料的表現上，稚苗飼料一般的直徑小於 $700\text{ }\mu\text{m}$ ，但

是餵給魚苗最初飼料粒子大小通常小於 $250\text{ }\mu\text{m}$ ，某些品種甚至要更小。

為了能比較不同的稚苗飼料製造技術優劣點，明確的表列供特定投餵狀況需求的飼料特性比較是需要的，沒有一種製造方法是可適用所有狀況，但是稚苗飼料有共通的需求對所有的魚飼料是相似的，可是在稚苗料更難達成。稚苗飼料必須有高的（1）嗜口性；（2）營養穩定性；

（3）營養可用性；（4）粒子穩定性，一種飼料縱有顯著營養品質，如果它的嗜口性很低且未被攝食，也不算有什麼價值，這不適用於濾食性生物，但是對很多的鱈魚類非常重要，飼料的嗜口性受許多因子影響，包含氣味、味道及質感。飼料的氣味及味道是由營養溶入水中造成的，所以對較高量的飼料攝取某些溶出是需要的；然而，過多的溶出因為減少營養成份會降低飼料的品質，營養穩定性與被攝食前從飼料溶入水中的營養有關，具有低營養穩定性的飼料會將主要營養份溶進水中，這就在高嗜口性與高營養穩定性的目標間出現了衝突，但是可取得平衡點，而達成提供最有利營養給動物的目的。有鱈魚類飼料必須經配方、

製造及選擇以符合此兩個目標，營養可用性則指魚在攝取飼料後利用其中營養的能力，飼料可以被製造成具有很高的營養穩定性，但魚若不能從飼料攝取營養，它就是具有低的營養可用性，而且不會是有效用的，高營養穩定性與高營養可用性的目標間又有衝突出現，但還是可取得平衡，每一種飼料製造方法在達成這些稚苗飼料的重要目標上都各有其長處及缺點。

既然有這麼多的稚苗飼料，也有很多方法可將它們歸類，以黏合形態與製造方法分類是一種方便方法去歸類稚苗飼料，此一

系統的主要分類計有：(1)微黏合飼料；(2)微膠囊飼料及(3)複合粒子。

微黏合飼料是由來自粒子裡面的黏著劑黏合在一起，這與有一層外壁或膠囊包住水溶性養份的微膠囊飼料相反，複合粒子則為結合兩種以上加工方法在一種粒子內，複合粒子可因設計利用兩種或以上型式粒子的長處，而能克服某些問題。

微黏合飼料

微黏合飼料能輕易的分成兩大類，解碎及固定大小飼料兩種（參圖1），這些分類是指用於

生產飼料的加工流程，解碎飼料是由先製造圓柱形、類粒狀或塊狀飼料，再將其解碎成更小的碎片，然後篩選出合適的大小，固定大小類飼料不需要打碎飼料來達到適當的大小，而粒子的正確大小是直接造成的，與解碎飼料相比，這不僅減少一道生產步驟，更造就固定大小飼料的不同外形。

解碎飼料

製粒飼料 / 膨化飼料

兩種形式的解碎飼料已經被生產及投餵很多年了，它們是蒸汽造粒料及膨化解碎料，這些製

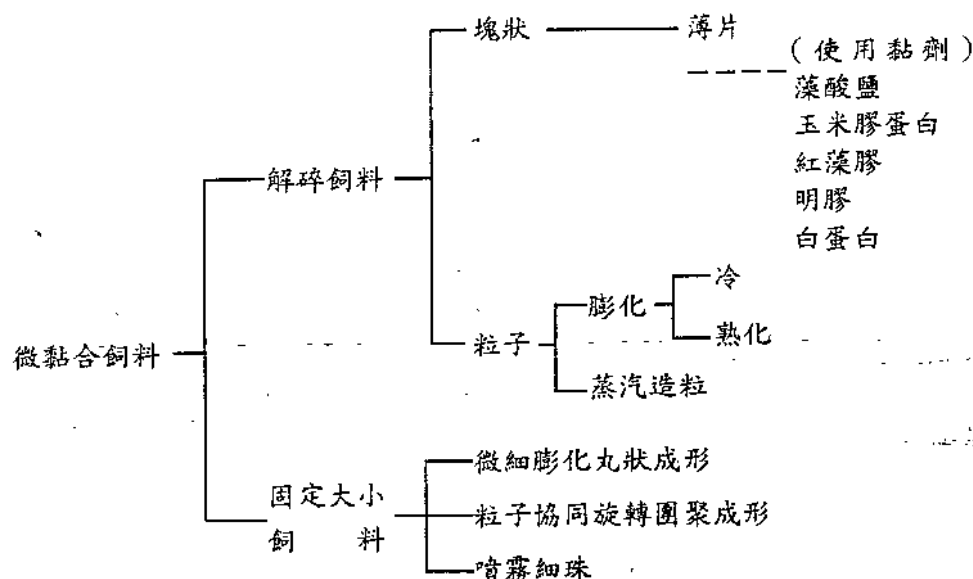


圖1.微黏合飼料之分類

粒形式已在鮭鱒類及鯉魚養殖業有效使用多年了；然而，這些加工方法並不是生產稚苗飼料一種很有效的方法，研究正在評估可能的方法來利用熱化膨化技術於生產複合粒子稚苗飼料。

薄片飼料

薄片飼料，是微黏合飼料中除解碎塊外的另一種類，是投餵給水族箱魚類最普遍的飼料，雖然很多方法可用來生產薄片，最通常的方法是用雙滾筒乾燥機，此機器由兩個平行而向相反方向旋轉的滾筒構成，將飼料黏漿噴灑在滾筒上，當滾筒轉動時黏漿就被分散成均勻厚度，蒸汽通常被用來對滾筒提供熱源，可以很快將飼料烘乾，當滾筒旋轉時飼料就形成薄片並在少於一圈前就剝離，薄片的厚度可由改變滾筒

間距離來調整，此一方法常因需用高溫乾燥薄片而受非議，由於高溫蛋白質可能被燒焦而脂肪被氧化；然而，飼料曝露在高熱下只有很短時間，有些研究評估了薄片加工效益與其他稚苗飼料方法的比較，且不與配方混淆，某些數據顯示高溫並不是問題，如果暴露在高熱的時間很短。

薄片飼料被粉碎，有時被篩選成到合適大小的細薄片，這會造成粒子擁有較高的表面積對體積比，因為這個高比率，粒子在吸飽水而下沉前會浮在水面很長的時間，長的漂浮時間對很多情況有利，因為魚能有更長的時間去攝取飼料，然而高表面積對體積比，若未事先採取穩定處理也會造成低的粒子及營養穩定性，碳水化合物經常被用來在薄片飼料中當黏著劑，但是其他的原料

也會被利用。

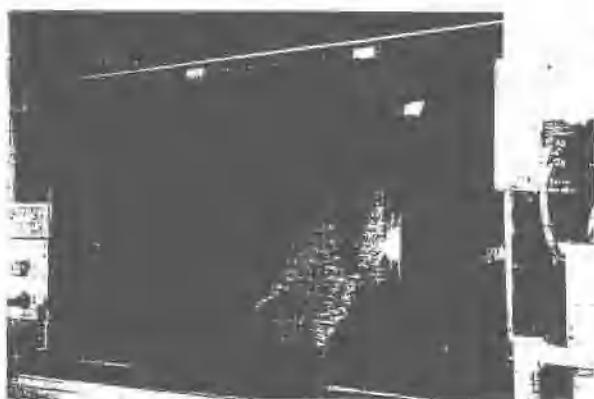
解碎塊狀飼料

許多種的黏合系統可用來生產解碎塊狀形式飼料，藻酸鹽、玉米膠蛋白、冷水凝膠澱粉、紅藻膠、明膠及白蛋白是幾種黏劑的例子，用以將飼料原料結合形成一個大模型，這些粗模再被解碎成合適的大小，每一黏合系統各有其不同作用，例如玉米膠蛋白是一種從玉米發現的蛋白質溶於酒精，但不溶於水，玉米膠蛋白被有效地運用於蝦苗飼料的製造，白蛋白亦能形成模形但其由熱活化，結合不同的黏劑在一個黏合系統內有時是去形成所要外形特性粒子最佳方法，塊狀成形後可經由冷凍乾燥，烤箱烘乾或滾筒烘乾等方式乾燥，飼料的營養品質已顯示會受乾燥方式影響，這類解碎塊狀飼料為時下市售商品，且可能非常有效。

固定大小飼料

微細膨化丸狀成形

有一種固定大小加工方法已運用在魚飼料，亦曾被製藥業使



用雙滾筒擠
壓出來的薄
片飼料

用多時的是微細膨化丸狀成形法 (MEM)，這是一種由兩個步驟加工而產生的成形，膨化產品。那些冷膨化機能生產小如 $500\ \mu\text{m}$ 的條狀物，某些膨化機的形狀甚至可小到 $300\ \mu\text{m}$ 。

一旦溼粉料被膨化成條狀物，然後開始第二步加工，條狀物被放入丸狀成形機，該機包含有圓柱形設備底下有高速旋轉轉盤，轉盤上挖有凹槽，凹槽可有不同深度，凹槽的深度會影響丸狀成形時移轉到飼料能量的數量，很硬的條狀物需要較深的凹槽盤，而較軟的條狀物用較淺的凹槽盤來加工最有效，丸狀成形機對飼料產生兩種效果，第一種效果是將粒子再塑造成球狀體，條狀物被依與條狀直徑相等長度截斷，粒子長度的一貫性與成形的數量受飼料配方，水份含量及其他因子影響，丸狀成形的第二個作用是對粒子表面緻密化，當飼料被旋入丸狀成形機，離心力會將水份及小的原料粒子外移至飼料粒子的表面；因此，飼料粒子表面變成比內部更密實，由於飼料是經膨化的，粒子大小的範

圍在一個生產過程中是非常狹窄的，以致篩選在此加工法中並不如在其他製造方法中來的重要。

有很多形式的黏劑可用於微細膨化丸狀成形粒子，只要是由水份及壓力作用，加工過程中並無熱度加入，但是有一些是經由摩擦在膨化網產生，產生的熱量受配方及水份含量影響，但通常是相當的低，以膠為基底的黏合系統已被使用，但蛋白質水解物也是有效的，水解物除了黏合作用外還有附加的營養上的益處，配方上對水解物要注意用量太高時會造成飼料粒子在丸狀成形機內會團聚成非常大的粒子，用微細膨化丸狀成形法生產的飼料的特性是光滑而帶有高密度的球形體，圓滑的形狀能由降低表面積對體積比率而減少營養份流失，高密度的飼料將導致快速下沉粒子，這對在水體內攝食的品種是一項負而的效應。

粒子協同旋轉團聚成形

第二種固定大小，微黏合飼料生產方法也利用丸狀成形機，粒子協助旋轉團聚成形的方法，

並不使用膨化機，一定量的溼粉料被直接放入丸狀成形機，裝填的是無活動力的粒子，丸狀成形機的旋轉將能量移轉到無活動力的粒子，它們就把能量移轉到粉料及所生產較寬廣範圍球狀體粒子，飼料配方及水份含量對此一方法非常重要。

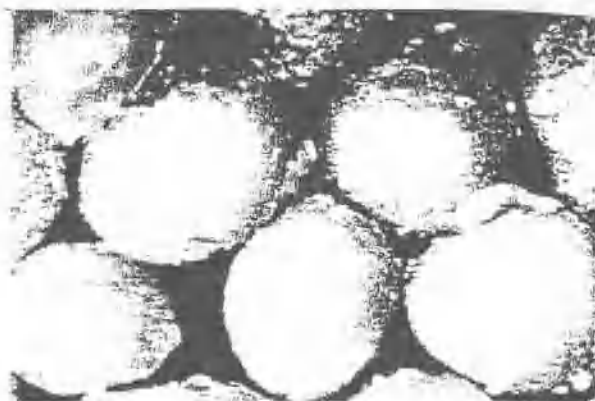
五種其他加工差異能由控制來影響大小的分佈及粒子的密度，與微細膨化丸狀成形法比較此一加工法有一個好處是只需較低的設備投資，及較低的生產成本，因為膨化機被摒除在加工過程外，與微細膨化丸狀成形粒子中相同的黏劑，也對粒子協同旋轉團聚成形粒子有效只需這微修改，粒子協同旋轉團聚成形粒子的形狀上不能像由微細膨化丸狀成形法生產的粒子那樣規則，粒子協同旋轉團聚成形粒子的大小分佈亦較微細膨化丸狀成形法生產的粒子大，因此將粒子大小分級是必要的，粒子協同旋轉團聚成形加工是一種低壓團聚方法這會形成低密度的分子，低密度則會導致飼料的沉降速度較慢，這會嘉惠在水體內攝食的品種。

噴霧小珠

第三種固定大小，微黏合飼料生產方法即為噴霧小珠，這些粒子是由噴灑原料黏漿到一種液體中協助粒子的形成，如藻酸鹽及明膠之類的黏劑可被有效的利用，這種加工法也產生顆粒大小範圍寬廣的粒子，所以將粒子分級是有益的。

微膠囊飼料

微膠囊的加工是原料（膠囊壁）包圍並覆蓋另一物質（裝載物），此一技術也有一些其他的應用（例如：複寫碳粉紙、醫藥產品）且被稚苗飼料引用並發展。



微膠囊能被分成兩大類：
(1) 不可滲透；(2) 選擇性釋放、膠囊原料的組成決定壁的滲透性，且其成份可變化以控制裝載物的釋出，因微膠囊技術的廣泛應用，許多原料已被運用，但不適用水產飼料，最適用於水產飼料的形式是交叉鏈結蛋白質及油脂壁微膠囊，評估微膠囊物理特性的重點包含：(1) 營養

保持力；(2) 膠囊消化性；(3) 裝載容量；(4) 殘存性/耐力，微膠囊化的基本目的就是減少或去除營養流失（高營養保持力），不同的脂肪酸組成的油脂壁微膠囊能改變某些營養從粒子流失的速率，由微膠囊所包含營養物的分子量，將影響最適合該營養物的膠囊壁種類，微膠囊壁原料的可消化性對某一特

表 1.三種稚苗飼料的物理性質

飼料別	密度 (克/立方公分)	沉降率 (公分/秒)	粒子安定性(%)	
			5分鐘	24小時
MEM 2 (微細膨化丸狀成形料)	0.72±0.04	1.66±0.04	72.6	67.5
CRUMBLE CAKE 3 (解碎塊狀料)	0.50±0.02	1.03±0.02	不適用	
PARA 4 (粒子協同旋轉團聚成形料)	0.67±0.03	1.11±0.04	67.4	64.7

註：

1. 粒子大小 400~700 μm 。
2. 微細膨化丸狀成形料與粒子協同旋轉團聚成形料同配方。
3. 市售取得解碎塊狀稚苗飼料，與微細膨化丸狀成形料及粒子協同旋轉團聚成形料配方不同。
4. 粒子協同旋轉團聚成形料。

定品種是重要的，以確定營養的有效性，膠囊壁也可為營養來源，某些種類的微膠囊，例如油脂壁有非常低的裝載容量，造成它們成為最有效的微營養物的承物，微膠囊的殘存性或耐力將影響可用於飼料種類的飼料輸送系統，及對不同形態複合粒子膠囊的使用，雙重乳化法能有效的使用於生產油脂壁微膠囊，此一技術及在油性膠囊壁原料中乳化水性裝載物，第二重的乳化是把第一重的乳狀液放入水溶液中乳化而成，油脂粒子因此而形成，移出並依大小篩選，不同的油脂的使用在第一重乳化中會賦與最終粒子不同的特性，諸如營養安定性及粒子耐力。

複合粒子

複合粒子是稚苗飼料中一項令人興奮的發展，允許飼料發展更大飼適應性更加切符合特別需要，每一種稚苗飼料的生產方法有其優劣點，很多的缺點可由結合數種粒子形態來克服以產生複合粒子，複合粒子是由兩種或以上不同加工方法產生出來粒子所

製成的飼料，例如，一個耐水的微膠囊粒子可能被嵌入一個粒子協同旋轉團聚成形，噴霧小珠或微細膨化丸狀成形粒子，現已有商用蝦飼料利用複合粒子懸浮在一種液體內被報告非常有效，複合粒子結合數種飼料的長處，且在某些場合能去除缺點。

評估稚苗飼料的方法

如果使用某一特定稚苗飼料觀察到100%的活存率和極佳飼生長率，就不需要其他的評量飼料的方法，既然這是很罕見的情況（若有存在的話），評估飼料的方法兼由在活體外及活體內方式已被發展出來且有用的於測定飼料或投餵系統的弱點，活體外測試直接評量飼料品質，而活體內測試則評量魚對飼料的反應，粒子安定性及營養安定性是飼料兩個特性能對動物的表現有直接的作用，只能由活體外方法測試，簡單浸泡測試是用來發展這些資料，飼料的物理特性例如密度和沉降速率也可以輕易測量，一份評估三種稚苗飼料的物質性質報告列於表1，除了對活

存率及成長的標準測試外，評估魚對稚苗飼料的反應可找出需要改進的地方，測試攝食率通常是觀察消化系統內有飼料，當是死亡率不高時這是有用的資料，因為高死亡率這點會混淆數據的解釋，稚苗攝取飼料數量的測定可由測量食物糧的橫切面積，比較未餵食組與餵食豐年蝦組的食物糧切面積可評估不同的飼料，觀察鰓的構造能指出養殖池水中的高粒子承載量問題，這些高承載量可能因投餵低粒子安定性飼料，池子清潔或水流不足而造成。

投餵配合飼料的餵食方法

很明顯地活餌與配合飼料在物理特性上有許多不同點，這些不同點使改變養殖技術在使用不同投餵方式時成為必要，不論在製造稚苗飼料時曾使用何種加工技術，若未使用適合該種飼料的養殖技術，則結果是會令人失望，正確組合的養殖技術及稚苗飼料的種類，可導致在稚苗生產計畫中有效利用配合飼料。◆