

**農業生態系統
的物質生產力**

一、生產力的概念 Productivity

(一) 物質生產力的概念

是指農業生態系統以產品形式的生產能力，是任何生態系統基本的數量特徵，其大小標誌著能量轉化效率和物質迴圈效率的高低，是生態系統功能的具體體現。

有兩種物質生產力：一是總物質生產量，指包括呼吸和消耗在內的同化總量；二是淨物質生產量，指除去呼吸消耗後，以生物有機體組織或貯藏物質的形式體現出的生產量，如植物幹物質生產量、產量，動物產品數量等。

(二) 初級生產和次級生產

1. 初級生產。指生態系統中自養者的生產，包括各種綠色植物、光合細菌等在內的同化太陽能並以有機物形式貯存起來的生產，又稱第一性（次）生產。只有初級生產才能將環境中的物質和能量納入系統，維持系統的存在和發展。(Primary production)

2. 次級生產。指動物、微生物等異養者的生產，是利用初級生產產物進行物質和能量轉化，表現出的生產力，是生態系統的第二性生產。(Secondary production)

(三) 生產力的表示方法

1. 時間概念的速率表示法。指系統在單位時間、單位面積上初級生產者和次級生產者所生產的有機物質的量，常用的單位是：

$$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{年}^{-1}, \text{ 千卡}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{年}^{-1}$$

2. 輸出/輸入的表示方法。即指系統產出的有機物與輸入的物質或資源的比值，簡稱輸出/輸入效率，如肥水利用率、資金生產率等。

以上兩種表示方法是相互補充的。如果只有速率高，可能是高消耗的高速率；如果只有效率高，則可能是低生產水準的高效率。

(四) 初級生產量的測定方法

- 收割法**
- 二氧化碳同化法**
- 黑白瓶法**
- 放射性標記物測定法**
- 葉綠素測定法**

二、農業生態系統的初級生產

(一) 地球上的初級生產

整個生物圈提供的食物能為 5353×10^{12} 千卡 \cdot 年 $^{-1}$ ，80%來自植物，20%來自動物。98.9%來自陸地，1%來自海洋。每人每天需要2400千卡 \cdot 天 $^{-1}$ 地，整個地球約養活61億人。不同資料表明，地球可養活70—150億人。

地球上初級生產量和食物供應狀況

專案	面積 10^6km^2	淨初級 生產量 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{年}^{-1}$	初級生產 總量 $10^9\text{T}\cdot\text{年}^{-1}$	太陽能 利用率 %	植物提供 食物量 $10^{12}\text{千卡}\cdot\text{年}^{-1}$	動物提供 食物量 $10^{12}\text{千卡}\cdot\text{年}^{-1}$
全球	510	320 333	162.6 170	0.11	4200.06	1153.2
陸地	149	720 773	107.3 115	0.25	4200	1094
海洋	361	153 153	55.3 55	0.05	.06	59.2

Pianka (1974) 和Lieth (1978) 綜合

(二) 農業生態系統的初級生產

1. 最大理論生產力的估算

太陽總輻射	$500 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$
可見光 (400~700nm)	44.7% $500 \times 44.7\% = 222 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$
總量子 (每cal相當於8.64微埃, 反射率6~12% (8.3%), 非活性吸收損失10%)	$222 \times 8.64 = 4320 \text{ 微埃} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$ 反射—360 $\text{微埃} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$ 非活性吸收損失—432 $\text{微埃} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$
有效吸收的量子總量	3528 $\text{微埃} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$
產生的碳水化合物量 (還原1微克分子 CO_2 需10量子或微埃)	353 $\text{微克分子} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$
呼吸損失1/3 (33%)	—116 $\text{微克分子} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$
碳水化合物淨生產	$237 \text{ 微克分子} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{天}^{-1} = 2.37 \text{ 克分子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$ $= 2.37 \times 30 \text{ 克/克分子} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{天}^{-1} = 71 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$

碳水化合物是幹重的92%，無機成分8%，則 $71 \times 100/92 = 77 \text{ g 幹物質} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$

2. 不同國家的作物生產力

(1) 美國 (1976/3/10—12, 華盛頓)

理論最大值	$61 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$	$223 \text{ T} \cdot \text{年}^{-1} \cdot \text{公頃}^{-1}$
實測最大值	C4作物 $38 \sim 52 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$ C3作物 $23 \sim 31 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$	$138 \sim 190 \text{ T} \cdot \text{年}^{-1} \cdot \text{公頃}^{-1}$ $84 \sim 113 \text{ T} \cdot \text{年}^{-1} \cdot \text{公頃}^{-1}$
全國平均產量	C4作物 $38 \sim 52 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$ C3作物 $23 \sim 31 \text{ 克} \cdot \text{米}^{-2} \cdot \text{天}^{-1}$	$4 \sim 31 \text{ T} \cdot \text{年}^{-1} \cdot \text{公頃}^{-1}$ $4 \sim 9 \text{ T} \cdot \text{年}^{-1} \cdot \text{公頃}^{-1}$

理論最大值大於實測最大值大於平均值

(2) 中國

光能利用率的理論值5~6%，初級生產的最大值60~66克·米⁻²·天⁻¹，作物高產記錄的生育期平均生長率10~29克·米⁻²·天⁻¹，光能利用率1~2.3%，不同作物差別較大。

作物	玉米高粱	春小麥	水稻	甘薯	冬小麥
生長率 克·米 ⁻² ·天 ⁻¹	27-30	22	14-16	12-13	10
光能利用率 %	1.9-2.32	1.2	1.4	1.7	1.1

由於品種、水肥條件、管理技術限制，作物生育期間的平均生長率6~8克·米⁻²·天⁻¹，光能利用率僅1%

(3) 世界

1975年，村田吉男匯總最高產量的作物生育期間的光能利用率CGR (克·米⁻²·天⁻¹)，多年生牧草（新敘利亞草和紫狼尾草）26~28，C4作物（甘蔗、玉米、高粱）20，水稻、甜菜14，甘薯、大豆、大麥8，三葉草、鴨茅6。

甜菜光合效率僅30mgco₂. dm⁻². hr⁻¹，但LAI4以上的天數達80天。玉米、水稻的光合效率40mgco₂. dm⁻². hr⁻¹以上。

CGR高的作物有兩種類型，一是高光合性能的作物，二是較大葉面積持續時間長的作物。

中国主要农产品占世界总产量的%

1999年

产品 (千吨)	中 国	世 界	中国/世界 (%)
谷物	462675	2061423	22.4
稻谷	200719	586787	34.2
小麦	114400	578337	19.8
粗粮	147556	896299	16.4
玉米	129298	599708	21.6
糖类	79112	1252905	6.3
甘蔗	89734	1276912	7.02
甜菜	14590	259833	5.6
原糖产量	8958	133089	6.7
植物纤维	4887	25617	19
子棉	12000	54663	22
黄麻	248	3125	7.9
天然橡胶	440	6768	6.5
油料	12875	103945	12.3
大豆	13705	157744	8.6
花生	12084	32219	37.5
油菜籽	9700	41104	23.6
葵花籽	1550	29948	5.2
蔬菜与瓜类	234616	605536	38.7
水果	55302	426632	13.0
茶叶	689	2936	23.5
烟叶	2374	6854	34.6

3. 提高農業生態系統初級生產力的途徑

(1) 生物與環境相適應

(2) 協調系統中各組成部分之間關係

(3) 建立良好的群體結構

(4) 重視生物資源的開發利用

(5) 適量的輔助能投入

三、農業生態系統的次級生產

(一) 定義

生態系統的次級生產 (**secondary production**) 是指初級生產的部分產品，經過異養生物的采食和同化，合成肉、奶、蛋、皮和毛等產品的過程。

次級生產力 (secondary Productivity)

指在單位時間內，各種異養生物直接或間接消費綠色植物，製造或形成產品的數量。

次級生產延長了物質和能量在生態系統內的流動傳遞過程。它是以初級生產為基礎，直接反映初級生產的質和量。次級生產力的形成，是以動物采食可食植物開始，直到取得動物產品，這一過程經過一系列轉化過程並伴有大量的能量損失。

(二) 次級生產在農業生態系統中的作用和地位

- 1. 提供動力**
- 2. 轉化農副產品，提高利用價值**
- 3. 提供蛋白質產品，改善人們的食物構成**
- 4. 促進農業生態系統的物質迴圈，增強生態系統的機能**
- 5. 提高經濟效益**

全國動物產品的產量 1999 萬噸

肉類產量	5949.0	水產品	4122.4
豬牛羊肉	4762.3	海水產品	2471.9
奶類	806.9	淡水產品	1650.5
羊毛羊絨	32.5		
禽蛋	2134.7		

1985年禽蛋、1990年肉類產量躍居世界第一位。

1997年人均畜產品佔有水準為：肉類41.9千克，超過世界平均水準；蛋17.3千克，超過發達國家平均水準。

2001年我國奶類人均消費量不足8公斤。而世界乳品年人均消費乳品水準約為100公斤。我國乳品消費的一個最大特點，是乳品消費主要集中在城鎮居民，農村居民的乳品消費量非常少。在農村居民中，牧區和農區又有很大差異。牧區由於消費習慣的影響，人均消費量在20公斤左右，而農區農民消費人均不足1公斤。

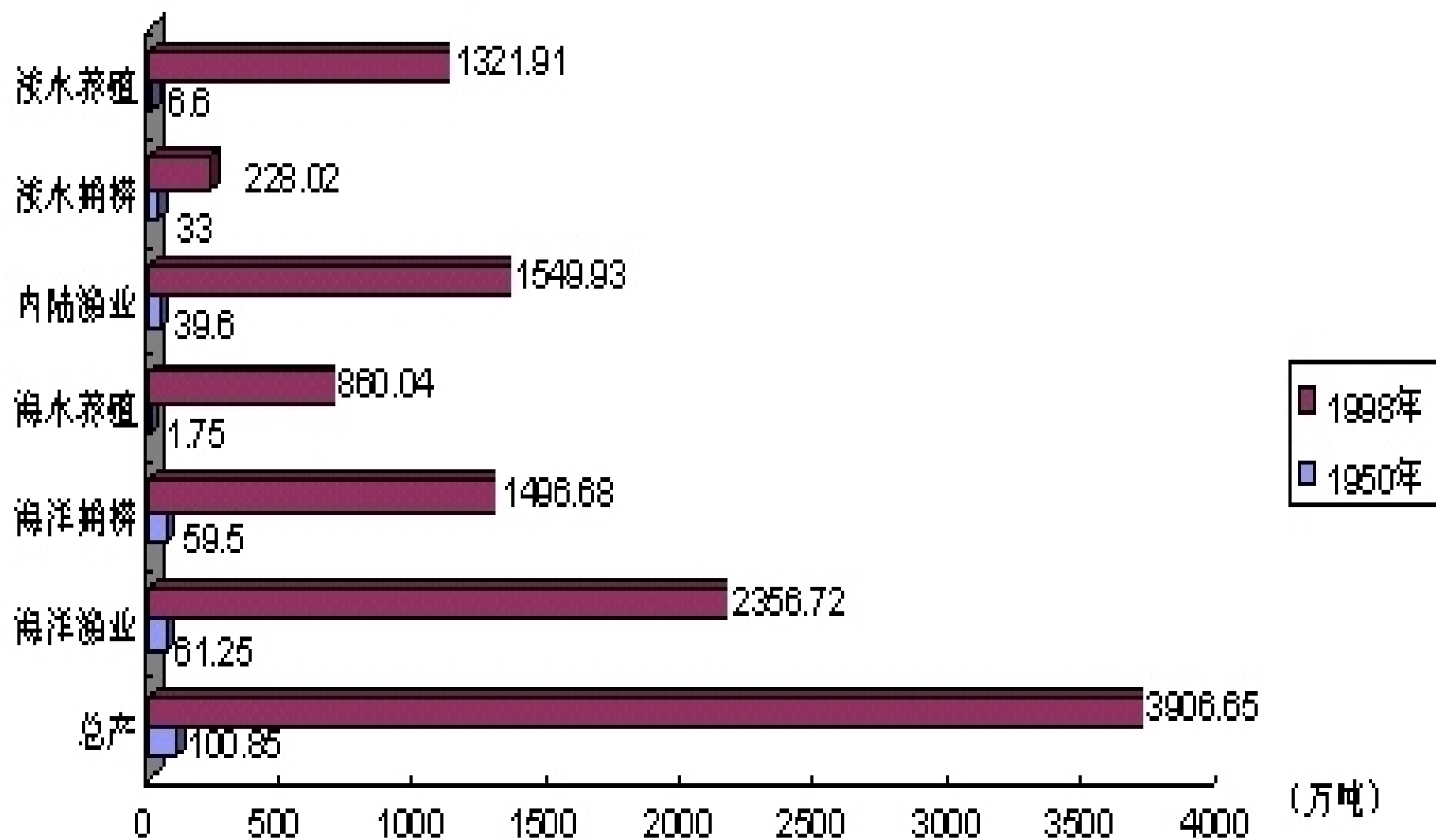
漁業生產結構和地位的重大變化

長期以來，養殖占漁業的比例較低，從1993年起，養殖產量超過捕撈產量。實現了漁業發展“以養為主”的目標。

從1990年起，水產品總產量達到肉類（肉禽、水產品）食物生產量的1/3。

占農業總產值的比重由1949年的0.2%提高到1998年的10%左右，是農業各部門中所占比例增長最快的產業之一。

1950年、1998年漁業生產情況示意圖



1998年漁業生產構成

海洋漁業：內陸漁業為6：4。海洋水產品占漁業產量的60.3%，內陸占39.7%。

養殖、捕撈並重。漁業總產量中養殖占55.8%，捕撈占44.9%。

海洋以捕為主，內陸以養為主。海洋養殖占36.5%，捕撈占63.5%。內陸養殖占85.2%，捕撈占14.8%。

漁業發展階段

1. 恢復、發展、調整階段（1949—1965年）
2. 緩慢增長階段（1966—1975年）
3. 穩定發展階段（1976—1985年）
4. 大規模快速發展階段（1986年以後）

1975年以前以捕為主，計劃經濟，掠奪式生產。1976—1985，捕養並重，捕撈大於養殖，由計劃經濟向市場經濟過渡。1986年以後，養捕並重，養殖超過捕撈，以市場經濟為主。

全國淡水養殖生產情況1998年

	面積 萬公頃	產量 萬噸	每公頃 產量kg
池塘	209 (41%)	951 (72%)	4561
湖泊	88 (17%)	85 (6%)	970
水庫	160 (31%)	129 (10%)	810
河溝	38 (7%)	64 (5%)	1680
稻田	132 (26%)	55 (4%)	417

(三) 次級生產的能量轉化效率

- 1. 飼養家畜的能量轉化效率高於自然生態系統**
- 2. 不同畜禽種類和品種差別較大**
- 3. 不同飼養方式能量轉化效率不同**
- 4. 不同的飼養配比能量轉化效率不同**
- 5. 科學飼養方法能量轉化效率高**

飼養家畜可將飼料中16—29%的能量轉化為體質（高於十分之一法則），33%用於呼吸消耗，33—49%以糞便形式排出。

山東報導，養一只奶牛每年需飼料1800—2000斤，每天產牛奶60斤，一斤牛奶需飼料糧0.25斤。一頭豬需飼料糧500—600斤，四斤飼料產一斤豬肉。蛋雞每年需飼料65斤，0.27斤飼料產一枚蛋。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/518010051004006111>