

Lúa	C 3	Nhật	35	2,7	35
Kê ngọc	C 4	Úc	54	4,2	60
Cỏ Phleum	C 3	Mĩ	53	-	55
Lúa miến	C 4	Mĩ	51	2,9	51
Mía	C 4	Hawai	44	-	52
Yến mạch	C 3	Nhật	40	4,7	28
Đại mạch	C 3	Nhật	38	4,5	25
Khoai tây	C 3	Mĩ	37	-	26
Hương dương	C 3	Nhật	37	-	33
Cỏ lolium	C 3	Nhật	35	3,2	18
Củ cải đường	C 3	Anh	31	4,1	28
Củ cải đường	C 3	Nhật	28	2,8	30
Lúa mì	C 3	Nhật	30	3,6	27
Đậu tương	C 3	Nhật	27	3,6	27
Khoai lang	C 3	Nhật	21	-	21
Lạc	C 3	Nigeria	21	-	27
Cỏ dactylia	C 3	Anh	19	2,8	22

d) *Hướng cải tiến các yếu tố của năng suất*

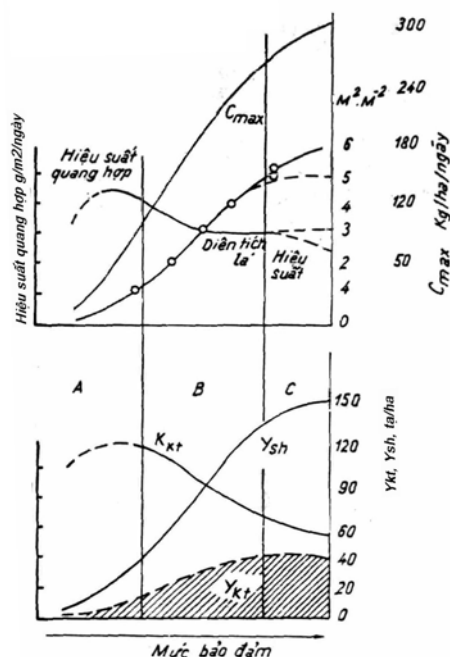
Hiện nay, trong thực tế hiệu suất sử dụng bức xạ quang hợp của ruộng cây trồng chỉ khoảng từ 1% đến 3% do thiếu nước và chất dinh dưỡng.

Trong điều kiện nước và chất dinh dưỡng còn thiếu, năng suất cây trồng tương quan với diện tích lá (Hình 3). Ở điều kiện nước và chất dinh dưỡng đầy đủ, sự sinh trưởng quá mạnh của cơ quan dinh dưỡng làm giảm hệ số kinh tế và sinh trưởng của các bộ phận kinh tế. Cây sinh trưởng quá mạnh, lá che ánh sáng lẫn nhau, cường độ quang hợp của từng lá giảm và tốc độ sinh trưởng chậm lại.

Diện tích lá tăng lên, năng suất chất khô hoặc bị giảm hoặc không tăng nữa, có hai trường hợp xảy ra:

- Phản ứng parabol (1): diện tích lá tăng, năng suất chất khô cũng tăng đến một thời điểm gọi là diện tích lá tốt nhất, sau đấy bắt đầu giảm;
- Phản ứng tiệm cận (2): diện tích lá tăng, năng suất chất khô tăng lên đến một mức nào đấy thì không tăng nữa. Điểm mà chất khô bắt đầu không tăng nữa gọi là diện tích lá tối hạn.

Trường hợp (1) được giải thích: do diện tích lá che sáng lẫn nhau, quang hợp không tăng nữa nhưng hô hấp vẫn tiếp tục tăng làm giảm năng suất chất khô. Trường hợp (2) được giải thích: do thiếu ánh sáng, hô hấp cũng giảm vì một phần hô hấp phụ thuộc vào ánh sáng. Ở các loài và giống cây trồng khác nhau phản ứng này không giống nhau. Ở các loài và giống gốc lá to thường xảy ra trường hợp (1). Ở các loài và giống gốc lá nhỏ thường xảy ra trường hợp (2).



Hình 36. Quan hệ các chỉ tiêu quang hợp và năng suất cây trồng ở các mức nước và chất dinh dưỡng khác nhau

(Theo A.A.Nitchiporovic, 1979)

A - mức thấp, B - mức tốt nhất; C = mức không cân đối giữa sinh trưởng và quang hợp.

- I - Quan hệ giữa C_{max} và chỉ số diện tích lá và biện pháp quang hợp.
II - Quan hệ giữa Y_{KT} , Y_{SH} và K_{KT} .

Hướng cải tiến các yếu tố của năng suất còn thấy được lúc ta xét các giống cây trồng đã được chọn lọc qua các thời gian khác nhau trong một loài. Nhiều tác giả đã nghiên cứu so sánh các giống cây trồng khác nhau được tạo ra qua các thời gian khác nhau, thấy có hai khuynh hướng cải tiến năng suất:

- Chiều cao cây giảm xuống, số bông một đơn vị diện tích tăng lên, diện tích lá của quá trình tăng lên do góc lá nhỏ (lá đứng thẳng) hơn;
- Số hạt và trọng lượng bông hay quả tăng, hệ số kinh tế tăng đi đôi với việc tăng lượng chất khô tích lũy vào thời kỳ cuối.

Đối với mỗi loài cây trồng, hướng cải tiến giống có khác nhau. Lúa được cải tiến chủ yếu theo hướng (1) trong lúc lúa mì lại theo hướng (2). Ở ngô cả hai hướng được cải tiến đồng thời. Đậu cove được cải tiến bằng cách nâng cao diện tích lá, đậu tương đã tăng cường cả cường độ quang hợp của lá. Ở củ cải đường và mía, người ta chú ý đến cải tiến cường độ quang hợp.

e) **Sức chứa và nguồn**

Bước đầu của công tác chọn giống, các nhà khoa học chú ý nhiều đến các thành phần của năng suất: Số bông, số quả, số hạt, trọng lượng hạt. Những cố gắng để cải tiến thành phần này của năng suất lại đưa đến việc giảm thành phần khác. Chẳng hạn, ở cây lúa, làm tăng số bông thì số hạt trên một bông và trọng lượng bông giảm, làm tăng số hạt thì trọng lượng hạt lại giảm... Những ví dụ trên đây biểu hiện sự bù trừ.

Nguyên nhân dẫn đến sự bù trừ này là do có sự mâu thuẫn giữa sức chứa và nguồn.

- Sức chứa (*Sink*) là số lượng và độ lớn của các cơ quan có khả năng chứa các chất đồng hoá để tạo ra năng suất như số bông, số quả, số hạt, số củ, số thân và kích thước của các bộ phận ấy.
- Nguồn (*Source*) là lượng chất đồng hoá được chuyển từ lá về bộ phận chứa năng suất.

Giữa các nhà sinh lý cây trồng vẫn còn tranh luận sức chứa hay nguồn là yếu tố hạn chế năng suất cây trồng hiện nay. Thực ra, khó tách rời sức chứa và nguồn. Ở một số cây như lúa và lúa mì sức chứa do quang hợp trước lúc trở bông quyết định, còn nguồn do quang hợp sau trở bông quyết định. Tuy vậy, ở nhiều cây trồng, lượng chất đồng hoá tích lũy trong thân lá trước trở cũng góp một phần quan trọng vào việc tạo hạt (5-10% ở lúa mì, 20% ngô và đại mạch, 40% ở lúa). Ở các cây ra hoa liên tục (đậu tương, bông) hay cây có củ, hai quá trình tạo ra sức chứa và nguồn trùng nhau về thời gian và rất khó phân biệt.

Giữa sức chứa và nguồn có một mối quan hệ rất chặt chẽ, có tác động qua lại, làm giảm sức chứa bằng cách nhân tạo, cường độ quang hợp ở lá giảm và cản trở việc vận chuyển sản phẩm quang hợp.

Trong thực tế rất khó phân biệt rõ chỉ tiêu đại diện cho sức chứa và chỉ tiêu đại diện cho nguồn. Chẳng hạn, trọng lượng bông hay trọng lượng hạt cao có thể vừa là do tăng sức chứa, vừa do tăng nguồn. Để làm rõ vấn đề này Viện khoa học kỹ thuật nông nghiệp Việt nam đã dùng phương pháp phân tích thành phần chính của quá trình tạo

năng suất trên 276 ruộng lúa. Kết quả đã tính được hai thành phần chính quan trọng nhất ảnh hưởng đến năng suất:

- Thành phần sức chứa, tương quan với thời gian tạo ra diện tích lá trước trổ; số nhánh, số bông và số hoa 1 m², quyết định 29,9% năng suất;
- Thành phần nguồn, tương quan với chất khô và hiệu suất quang hợp sau trổ, số hạt một bông và số hạt 1 m², trọng lượng bông và 1000 hạt, quyết định 23,1 % năng suất.

Với phương pháp phân tích này, các chỉ tiêu: số hạt 1 mét vuông, trọng lượng 1000 hạt là chỉ tiêu đại diện cho nguồn, không phải cho sức chứa. Evans (1975) cho rằng việc chọn giống tăng năng suất, thời kỳ đầu sức chứa là yếu tố hạn chế. Các nhà chọn giống chú ý tăng sức chứa vì dễ quan sát hơn, năng suất và sức chứa tăng song song cho đến lúc nguồn trở thành yếu tố hạn chế. Muốn tăng năng suất hơn nữa phải tăng song song cả nguồn và sức chứa. Giống có nguồn cao hơn sức chứa, năng suất tương đối ổn định ở các nơi và các năm khác nhau. Giống có sức chứa cao hơn nguồn, phản ứng mạnh với điều kiện ngoại cảnh. Muốn có kết quả nhanh cần tác động cả hai yếu tố.

f) *Cải tiến cấu trúc quần thể*

Đối với từng lá cây, cường độ ánh sáng tăng thì cường độ quang hợp cũng tăng, đến một mức độ nào đấy thì cường độ quang hợp không tăng nữa. Đối với các loài khác nhau, đường cong ánh sáng khác nhau, các loại cây C3 thường có cường độ quang hợp cao nhất và cường độ ánh sáng bão hòa thấp hơn các loài C4.

	Loài C3	Loài C4
Cường độ quang hợp cao nhất (mg CO ₂ /dm ² /h)	15 - 30	70 - 100
Cường độ ánh sáng bão hòa (cal/cm ² /ph)	0,2 - 0,6	1,0 - 1,4

Trong các loài C3, một số giống có cường độ quang hợp cao nhất gần bằng các loài C4, như lúa: 40 - 47; lúa mì 58 - 72; bông: 45 - 51.

Trong các quần thể ruộng cây trồng, năng suất quang hợp không phải chỉ phụ thuộc vào cường độ quang hợp của lá mà còn vào độ lớn của diện tích lá và cấu trúc của quần thể.

Khi diện tích lá đạt trị số cao (có hiện tượng lá che ánh sáng lẫn nhau), lá dưới bị thiếu ánh sáng nên cường độ quang hợp không đạt mức tốt nhất. Cải tiến được cấu trúc bộ lá sẽ tạo được chế độ ánh sáng thích hợp cho quần thể, nâng cao năng suất quang hợp.

Nhiều nhà nghiên cứu thấy các giống có lá mọc thẳng (góc lá nhỏ), ít gây che ánh sáng lẫn nhau nên có năng suất quang hợp của quần thể cao hơn (Tsunoda - 1959, Hurata - 1961). Việc chọn các giống lúa có lá mọc thẳng như IR8 đã làm cho năng suất quang hợp tăng, dẫn tới năng suất kinh tế tăng rõ rệt.

Trong chọn giống cây có hạt, có khuynh hướng chọn các giống nửa thấp cây, chứ không phải chỉ chú ý tới góc lá. Thực ra, lúc chiều cao của cây giảm xuống, góc lá nhỏ lại, vì thế lá ở các giống này ngắn hơn ở các giống cây cao. Giống thấp cây còn có các ưu điểm khác như cứng cây, chống đổ và hệ số kinh tế cao hơn. Các ưu

điểm này cũng đóng góp vào việc tăng năng suất kinh tế. Đối với lúa và lúa mì, việc chọn giống lúa nửa thấp cây, lá thẳng đã có kết quả rõ rệt. Đối với một số cây trồng khác, kết quả còn chưa thật rõ. Chẳng hạn, đối với ngô nếu giảm chiều cao xuống 20 - 30% thì năng suất thấp hoặc tăng không đáng kể, các giống ngô lá thẳng không lần tăng năng suất rõ rệt.

Đối với các cây có cành như đậu đỗ, bông, hướng chọn giống là hạn chế cành - cành chỉ có một đốt và mang chùm hoa ngay ở đầu. Các giống kiểu này, cho phép trồng dày hơn nhưng chế độ ánh sáng không được cải tiến bao nhiêu vì lá to ở ngọn vẫn che ánh sáng. Hướng chọn giống lá nhỏ vẫn chưa có kết quả rõ rệt.

g) Cải tiến cường độ quang hợp

Rất nhiều công trình nghiên cứu cho thấy giữa các giống trong cùng một loài cây trồng có sự khác nhau về cường độ quang hợp rất rõ rệt, điều đó mở ra khả năng có thể cải tiến cường độ quang hợp của các giống cây trồng về mặt di truyền. Nguyên nhân gây nên sự khác nhau về cường độ quang hợp của các giống có thể do cấu tạo giải phẫu lá khác nhau, cũng có thể do cường độ hô hấp tối hay sáng ở các giống khác nhau. Điều làm cho các nhà tạo giống băn khoăn nhất là hầu hết các giống cây trồng không thấy có tương quan giữa năng suất và cường độ quang hợp. Một số cây trồng như lúa mì và lúa ở các giống hiện đại, cường độ quang hợp lại thấp hơn ở các giống cổ truyền và các loài hoang dại. Như vậy là trong quá trình chọn giống, do chú ý nhiều đến diện tích lá nên cường độ quang hợp đã giảm xuống.

Hiện nay chưa có nhiều ví dụ chứng tỏ rằng việc chọn giống có cường độ quang hợp cao dẫn đến năng suất cao. Một số nhà nghiên cứu thấy đặc tính cường độ quang hợp cao có thể di truyền được. Viện Khoa học nông nghiệp Việt nam đã lai giống lúa năng suất cao với giống có cường độ quang hợp cao thấy có cải tiến được đặc tính này và làm tăng năng suất.

Một hướng nghiên cứu khác gần đây được chú ý là chọn các giống cây trồng không có hô hấp ánh sáng. Nguyên nhân làm cho các loài C4 có năng suất quang hợp cao do các loài này không có hô hấp ánh sáng như các loài C3. Chọn được các giống cây có cường độ hô hấp ánh sáng thấp sẽ có khả năng làm tăng cường độ quang hợp. Tuy vậy, mọi cố gắng để tìm các giống có đặc tính này chưa đưa đến kết quả mong muốn. Gần đây, phát hiện thấy hô hấp ánh sáng không phải là quá trình hoàn toàn vô ích đối với cây trồng. Người ta thấy hô hấp ánh sáng giữ vai trò quan trọng trong việc trao đổi đạm của cây.

h) Cải tiến khả năng của sức chứa

Một số nhà sinh lý cây trồng như Evans (1975), Tanaka (1980) cho rằng hiện nay khả năng chứa ở cây trồng là nguyên nhân chủ yếu hạn chế năng suất.

Trong các năm 1960, năng suất lúa nhiệt đới được nâng cao do đã cải tiến khả năng về nguồn qua việc thay đổi cấu trúc của quần thể. Thực ra các giống lúa thấp cây có năng suất cao hơn các giống lúa cao cây không những do đã được cải tiến năng suất quang hợp của quần thể mà sức chứa cũng được cải tiến. Các giống thấp cây có số bông trên đơn vị diện tích cao, do đấy số hạt trên đơn vị diện tích sẽ cao hơn các giống cao cây. Các giống thấp cây cũng có hệ số kinh tế cao hơn. Như vậy, rõ ràng sức chứa và nguồn được cải tiến cùng một lúc.

Thực tế rất khó tách riêng sức chứa khỏi nguồn. Như đã nói ở trên, Đào Thế Tuấn (1984) khi nghiên cứu quá trình tạo năng suất của lúa, thấy ở các giống lúa

thấp cây phổ biến hiện nay năng suất tương quan với trọng lượng bông nhiều hơn. trọng lượng bông lại tương quan với lượng chất khô tích lũy và hiệu suất quang hợp sau trổ. Đây là quan hệ ngược lại giữa sức chứa và nguồn.

Khi tiến hành cải tiến sức chứa bằng cách tạo các giống lúa thấp cây, to bông, Viện Khoa học nông nghiệp Việt nam đã cải tiến cả quang hợp sau trổ. Lúc cải tiến cấu trúc cây để nâng cao diện tích lá chúng ta đồng thời đã nâng cao số bông trên 1 đơn vị diện tích.

Sức chứa của cây trồng do nhiều yếu tố khác nhau quyết định, đối với cây lúa do số bông, số hạt một bông và trọng lượng hạt. Số bông trên 1 đơn vị diện tích phụ thuộc vào 2 yếu tố: mật độ trồng và sức đẻ nhánh. Có ý kiến cho rằng đẻ nhánh ở cây hoà thảo không cần thiết vì có thể điều khiển số bông bằng mật độ. Đẻ nhánh giúp cho cây trồng phục hồi lại lúc gặp các tác hại như lạnh, úng, hạn, sâu bệnh.

Số bông có quan hệ mật thiết đến diện tích lá. Như ta đã biết quân thể ruộng cây trồng có diện tích lá tốt nhất hay tối hạn do đây số bông cũng có một giới hạn nhất định. Quá giới hạn ấy, tăng số bông sẽ làm giảm số hạt một bông.

Gần đây có khuynh hướng chọn các giống cây trồng chịu được mật độ cao. Ví dụ, các giống ngô kiểu này phải có cây thấp, lá thẳng, cờ nhỏ, bắp đóng cao.

Độ lớn và trọng lượng của bông là một chỉ tiêu chọn giống. Kết quả chọn giống theo hướng này thấy rõ nhất ở ngô. Đối với lúa, chúng tôi thấy ở các giống thấp cây có hai kiểu: giống thấp cây to bông và thấp cây nhiều bông. Việc chọn giống lúa thấp cây, to bông đã đưa đến kết quả tăng năng suất rõ rệt, vì giống to bông không những có sức chứa cao hơn mà có khả năng làm tăng cả nguồn nữa.

Bông to có liên quan đến hệ số kinh tế. Ở các giống cây trồng hiện đại, hệ số kinh tế được cải tiến rõ rệt. Ví dụ, lúa hệ số kinh tế đã tăng từ 0,35 của đầu thế kỷ trước lên 0,53 hiện nay ở Nhật Bản. Ở Mỹ, ngô đã tăng hệ số kinh tế từ 0,36 khoảng các năm 20 lên 0,44 khoảng các năm 60 của thế kỷ trước. Ở các cây trồng khác cũng có hướng cải tiến tương tự.

Hệ số kinh tế có liên quan đến chiều cao cây. Các giống lúa cao cây có hệ số kinh tế khoảng 0,3 - 0,4, các giống thấp cây có hệ số kinh tế trên 0,5. Do vậy, việc chọn giống thấp cây đã góp phần vào việc tăng hệ số kinh tế.

Bông to có thể do tăng số hạt một bông mà cũng có thể do hạt có kích thước lớn hơn. Ở ngô, số hạt một bắp quan trọng hơn trọng lượng hạt. Ở lúa, trọng lượng hạt là yếu tố quyết định trọng lượng bông. Lúa mì, trong quá trình cải tiến giống, trọng lượng hạt đã tăng lên rõ rệt vì hạt lúa mì đã bị mất gen vỏ trấu trong quá trình chọn giống. Ở lúa, vỏ trấu hạn chế sự lớn của hạt.

Thời gian làm hạt dài tương quan chặt chẽ với năng suất hạt. Lúa mì, ngô là các cây không có vỏ trấu thì thời gian làm hạt dài làm cho hạt to, trái lại ở lúa chưa rõ vì sao. Yoshida (1976) phát hiện ra rằng các giống lúa hạt to có thời gian làm hạt dài hơn.

Nói tóm lại ở cây trồng sức chứa và nguồn có liên quan với nhau rất chặt chẽ. Vì vậy trong việc cải tiến giống cần cải tiến cả hai yếu tố đồng thời mới có hiệu quả cao.

5.5. Điều khiển sự hoạt động tổng hợp của hệ sinh thái nông nghiệp

Ở các mục trên, chúng ta đã bàn đến việc điều khiển sự hoạt động của hệ sinh thái đồng ruộng - thành phần trung tâm có hệ sinh thái nông nghiệp. Trong phần

này chúng ta xét đến một phạm vi rộng hơn là điều khiển sự hoạt động tổng hợp của hệ sinh thái nông nghiệp (ngoài các hệ sinh thái đồng ruộng, còn các thành phần khác như khu vực chăn nuôi, dân cư ...) do hệ sinh thái nông nghiệp có liên quan với hệ sinh thái thành thị nên chúng ta cũng đề cập đến vấn đề này ở đây.

Như đã nói ở chương trước, có hai quá trình quan trọng nhất trong sự hoạt động của hệ sinh thái nông nghiệp là sự trao đổi năng lượng và sự trao đổi vật chất.

Vấn đề đề cập trong mục này khá rộng, nhưng lại chưa được nghiên cứu có hệ thống như ở hệ sinh thái đồng ruộng, do đây chúng tôi tập trung vào một số vấn đề quan trọng nhất.

a) Sự phát triển nông nghiệp

Phát triển nông nghiệp về thực chất là điều khiển sự hoạt động của HSTNN, làm thế nào để có một năng suất sơ cấp (sản phẩm trồng trọt) và năng suất thứ cấp (sản phẩm chăn nuôi) cao và ổn định.

Hiện nay có rất nhiều tài liệu về phát triển NN đứng trên quan điểm nông học hay kinh tế học, ở đây chúng tôi không nhắc lại mà chỉ xét đến sự phát triển ấy trên quan điểm sinh thái học.

Người ta đã tính toán sự hoạt động của hai hệ sinh thái các nước đã phát triển ở Tây Âu và đang phát triển ở Đông Nam Á và Nam Á trong giai đoạn 1972 - 1974 để so sánh. Nói chung, giữa các hệ sinh thái ấy có sự khác nhau chủ yếu biểu hiện ở khuynh hướng của sự phát triển NN.

Bảng 4. So sánh hai HSTNN Tây Âu và Đông Nam Á
(1972 - 1974, tính cho 10 ha đất nông nghiệp)

Chỉ tiêu	Tây Âu	Đông Nam Á
Dân số nông nghiệp	3,3	21,7
Lao động nông nghiệp	1,3	8,4
Lương thực sản xuất (kg)	9019,0	7004,0
Lương thực bán cho thành thị (kg)	2153,0	2540,0
Lương thực dùng cho chăn nuôi (kg)	1149,0	124,0
Lương thực dùng cho người (kg)	3970,0	4053,0
Số gia súc tiêu chuẩn (đầu)	6,3	6,4
Lượng thịt sản xuất (kg)	1449,0	124,0
Lượng thịt bán cho thành thị (kg)	1170,0	49,0
Lượng thịt dùng cho người (kg)	214,0	78,0
Năng lượng hoá thạch đầu tư (10^9 J)	124,5	12,2
Lượng phân hoá học dùng (kg NPK)	1097,0	176,0

Bảng trên cho thấy giữa hai hệ sinh thái nông nghiệp Tây Âu và Đông Nam Á có sự khác nhau cơ bản như sau:

- Dân số nông thôn ở Đông Nam Á đông hơn ở Tây Âu 6,6 lần, còn lao động nông nghiệp 6,5 lần.
- Lương thực sản xuất trên đơn vị diện tích nông nghiệp (kể cả đồng cỏ, ở Tây Âu chiếm 43% trong lúc đó ở Đông Nam Á chỉ có 12%) ở Tây Âu hơn Đông Nam

Á 29%. Tuy vậy số lượng thực dùng cho chăn nuôi ở Tây Âu gấp 9,3 lần ở Đông Nam Á.

- Do vậy, mặc dù số lượng đầu gia súc ở hai hệ sinh thái gần bằng nhau, sản lượng thịt ở Tây Âu gấp 11,7 lần ở Đông Nam Á. Nếu kể cả sản lượng sữa và trứng thì còn cao hơn nữa.
- Năng lượng hoá thạch đầu tư vào hệ sinh thái ở Tây Âu gấp 10,2 lần ở Đông Nam Á, còn phân hoá học gấp 6,2 lần.

Như vậy là giữa hai hệ sinh thái phát triển và đang phát triển, sự khác nhau cơ bản không phải ở mức năng suất lương thực mà ở năng suất sản phẩm chăn nuôi. Ở Tây Âu vì số dân nông nghiệp trong hệ sinh thái ít hơn nên một số lượng lương thực lớn được dùng để chăn nuôi, vì vậy đã sản xuất được một khối lượng sản phẩm chăn nuôi lớn, do vậy mức ăn ở Tây Âu là 3390 kcal/người/ngày và 52 g protein động vật/người/ngày trong lúc đó ở Đông Nam Á các số liệu tương ứng là 2040 và 7.

Muốn sản xuất được số lượng lương thực hơn 29% và sản phẩm chăn nuôi hơn 11,7 lần, hệ sinh thái Tây Âu đã phải đầu tư thêm một lượng năng lượng hoá thạch gấp hơn 10 lần ở Đông Nam Á. Như vậy về thực chất năng lượng này chủ yếu dùng để sản xuất thêm sản phẩm chăn nuôi.

Năng lượng đầu tư vào nông nghiệp là do lao động ở thành thị. Tỷ lệ dân số thành thị ở Tây Âu 86%, ở Đông Nam Á chỉ có 33%. Để đổi lấy năng lượng hoá thạch, hệ sinh thái nông nghiệp Tây Âu đã cung cấp cho thành thị một lượng thịt gấp 23,9 lần ở Đông Nam Á, chưa kể các sản phẩm chăn nuôi khác.

Để thấy rõ hơn sự phát triển của nông nghiệp, chúng tôi xin nêu các điểm khác nhau cơ bản giữa hệ sinh thái nông nghiệp cổ truyền và tiên tiến:

Nông nghiệp cổ truyền	Nông nghiệp tiên tiến
Lợi dụng triệt để các điều kiện tự nhiên. Tránh tác hại của thiên tai	Khắc phục các khó khăn của tự nhiên bằng cách cải tạo chúng.
Sử dụng các hệ thống cây trồng phức tạp nhiều giống cây trồng năng suất thấp nhưng phong phú về di truyền	Sử dụng các cây trồng đơn giản, ít giống, cây trồng năng suất cao, nhưng nghèo về di truyền.
Sử dụng các chuỗi thức ăn dài, sử dụng sự quay vòng chất hữu cơ là chính, kết hợp giữa trồng trọt và chăn nuôi.	Sử dụng các chuỗi thức ăn ngắn, lấy nhiều chất dinh dưỡng của đất và trả lại bằng phân hoá học, có khuynh hướng tách rời trồng trọt và chăn nuôi.
Lao động trên đơn vị diện tích cao, dùng chủ yếu năng lượng của lao động thủ công và gia súc	Lao động trên đơn vị diện tích thấp, thay năng lượng của lao động thủ công và gia súc bằng năng lượng hoá thạch
Hệ sinh thái phong phú, năng suất thấp nhưng ổn định, đầu tư ít năng lượng hoá thạch.	Hệ sinh thái đơn giản, năng suất cao nhưng ít ổn định, đầu tư nhiều năng lượng hoá thạch để tạo sự ổn định.

Như vậy, thực chất của sự phát triển nông nghiệp là sự đầu tư thêm năng lượng hoá thạch vào các hệ sinh thái nông nghiệp để thu được năng suất cao hơn. Trong phần dưới chúng tôi sẽ trình bày rõ hơn về vấn đề năng lượng đối với nông nghiệp.

b) Năng lượng và nông nghiệp

Để phân tích tình hình sử dụng năng lượng trong nông nghiệp, thường người ta quy tất cả sức lao động và vật tư nông nghiệp thành năng lượng. Mức tính năng lượng nói chung ở mỗi tác giả có sai khác, nhưng sai khác nhau không nhiều. Sau đây là một số mức quy phổ biến:

- Lao động của người: $0,79.10^6 - 1,72.10^6$ J/h.
- Lao động gia súc: $10,47.10^6$ J/h.
- Phân bón hoá học nguyên chất: đạm 80.10^6 J/kg; lân 14.10^6 J/kg; kali 9.10^6 J/kg.
- Thuốc trừ sâu, bệnh cỏ 100.10^6 J/kg
- Máy móc nông nghiệp $88,4.10^6$ J/kg.
- Nhiên liệu $33,89 - 38,68.10^6$ J/l.

Nếu tính tổng số năng lượng đầu tư (kể cả sức người và gia súc) thì ở các hệ sinh thái cổ truyền, trừ các trường hợp khô hạn năng lượng thu được gấp 10 - 20 lần năng lượng đầu tư, ở các hệ sinh thái tiên tiến tỷ số này chỉ khoảng 1,4 - 2,8. Nếu chỉ tính năng lượng hoá thạch thì ở các hệ sinh thái nông nghiệp cổ truyền tỷ số thu được trên đầu tư lên đến 200 - 400, vì vậy năng suất của các hệ sinh thái cổ truyền rất thấp. Đào Thế Tuấn (1984) đã thử tính mối quan hệ giữa năng suất lương thực và số năng lượng đầu tư, sau khi loại bỏ một số trường hợp đặc biệt thấy một số phương trình sau:

$$Y = 1,536 + 0,1815 X - 0,0018 X^2$$

Trong đó:

Y - năng suất hạt (t/ha).

X - năng lượng tổng số đầu tư (10^9 J/ha).

Như vậy, mức năng lượng đầu tư sẽ có được ở các mức năng lượng tương ứng như sau:

<u>Năng suất (t/ha)</u>	<u>Năng lượng đầu tư (10^9 J/ha)</u>
2	3
3	9
4	16
5	26
6	43

Số liệu trên cho thấy muốn năng suất tăng lên gấp đôi, năng lượng đầu tư phải tăng lên 13 lần. Phân tích tình hình sử dụng năng lượng trên thế giới, thấy tỷ lệ năng lượng dùng trong nông nghiệp toàn thế giới là 3,5%, ở các nước đang phát triển là 4 %. Tỷ lệ này không cao.

Năng lượng dùng trên một đơn vị diện tích, ở các nước đã phát triển gấp 8 lần các nước đang phát triển nhưng năng suất chỉ cao hơn 26%. Tây Âu dùng năng lượng trên hecta gấp hơn 16 lần Đông Nam Á, nhưng năng suất chỉ cao hơn 2,5 lần.