

“林牧经粮”农业生态系统 生产效益的分析

牟正国 庄翠玲 韩纯儒

一、前 言

黄淮海平原地处我国温带季风气候区，自然资源优越，农业历史悠久，是我国古老农业文明发源地。几千年来，由于人类活动，人口压力，使自然生态遭到破坏，环境失调，盐碱旱涝等灾害频繁，农业生产严重衰退。近年来，在发展生产过程中，农林牧结构和种植结构不当，自然和生产面貌改变较慢，引起了一系列新的失调，土地资源、水资源、林草植被资源进一步恶化，三料矛盾紧张，有机肥源不足，土壤用养矛盾更加突出，产量、收入较低，化石和生物能源的投入量，难以大幅度增加，物质、能量投放及转化效率不高，各项生产建设也收效不大。然而，黄淮海平原地区却蕴藏着巨大生产潜力，农业资源有待进一步开发和利用。要改变当前低产、低效的落后面貌，必须改变不合理的生态结构，建立起一个稳产高效的农业生态系统，使资源得以保护，环境得以改造，把恶性循环转化为良性循环，实现新的生态平衡。

“林牧经粮”系统，就是黄淮海平原地区典型的农业生态系统之一，是解决当前旱涝碱薄灾害的合理生产结构。它把农林牧结合起来，经济作物和粮食作物结合起来，组成一个按比例发展的大农业体系。这样一个有机整体，有效地扩大了物质的利用和循环过程，提高了能量和物质转化效率，稳定地提高了农业生产率，提高了经济产量和经济收益。

“林牧经粮”是黄淮海平原地区固有的农业生态系统。多年来的破坏和改变，致使生产低下，灾害频繁。现在应该是提倡和恢复的时候了。

下面根据对黄淮海平原地区十二个“林牧经粮”农业生态系统的典型考察，进行生产效益的分析，以期说明“林牧经粮”结构在当前生产条件下的生态合理性，和在黄淮海平原地区推行和恢复“林牧经粮”农业生态系统的必要性。

二、结 构 特 点

“林牧经粮”农业生态系统把农业和林果业（包括紫穗槐等）、牧业（不仅是养猪业），经济作物（棉、花生，豆类等）和粮食作物有机地结合起来（“林牧经粮”顺序排列，并不表示它们的主次关系，而是说明它们之间的有机联系），放在同等重要位置

• 本文较长，限于篇幅，文中所附农业生态系统基本模式图、能量分配模式图、能量输出和输入直线回归图、能量输出和化石能输入回归直线图等本刊作了删节。

上，相互促进，共同提高，相辅相成，形成一个合理的物质，能量转生循环体系，以维持较为合理的生态平衡。

“林牧经粮”系统的结构特点是：

(1)、把林果业及绿肥等比重增加到总面积的15—20%，按转化的日光能计算，相当于农业产能的50—80%。

(2) 经济作物比重调整到占耕地面积的 $1/4$ 左右。

(3) 多种类型的畜牧业产品，在饲料自给的条件下，达到农业产能的1—2%。

(4) 农业能量总投入中，生物能源占80%左右。

(5) 系统生产的全部有机物质，约有一半左右归还土壤再利用。

(6) 氮素总输入中，有机氮占一半左右。

“林牧经粮”农业生态系统的优点有：

(1) 适应本地区旱涝碱薄的自然特点，发挥土地资源的生产潜力，突出本地优势，生产粮、棉、油、豆、肉、蛋、果、林及外贸需要的多种产品，获得较高的系统生产力。

(2) 能提供较多的农林副产品和有机物，解决燃料、饲料、肥料的矛盾，促进农业各环节全面发展

(3) 通过合理地组织产品利用和再循环，保证足够的有机物和营养物质归还土壤，实现有机物质的积累和分解，植物养分收入和支出之间的平衡，使物质循环，不断扩大，土壤肥力稳步提高。

(4) 大幅度增加生物能源，节约化石能源，提高化石能的投放效率，实现大面积平衡增产。

(5) 生物结构的多样性，提高了系统的抗逆能力和稳产性，并逐步改善农业生产的生态环境。

(6) 有利于全面发展经济，增加经济收入，为扩大再生产实行集约化经营创造条件，迅速改变穷困面貌。

三、黄淮海平原地区“林牧经粮”农业生态系的生产力水平

考察黄淮海平原低产地区实行“林牧经粮”结构较好的十二个典型大队（简称典型大队），其农业生产产品总产出平均百亩为粮豆53,026斤，皮棉1,056斤，油脂2,070斤，粮棉油全部能量折粮为58,586斤/百亩（表1）。

从材料看出：“林牧经粮”系统的生产水平并不高，和大裴村大队（在当地不是最突出的）相比还有一段差距，但在黄淮海旱涝碱薄平原低产地区，则是突出的，（生产力比当地高出近一倍）和当地先进大队以及条件较好的永年县相比，水平相近。而“林牧经粮”系统尤为突出的是林牧业的发展（表2）。

表 1

不同生产类型的生产力水平

(单位: 斤/百亩)

生 产 单 位	粮 豆	皮 棉	油 脂	饼 类	秸 秆	其 他	粮 棉 油 产 能 折 粮
典 型 大 队	53026	1056	2070	4231	65184	1417	58586
一 般 社 队	27348	860	639	1850	31854	5981	29571
杨 柳 雪 大 队	19402	12792	2558	17123	70547	—	37216
小 徐 大 队	25600	9800	1750	11111	64444	1027	30387
大 裴 村 大 队	60400	2187	478	2816	117370	—	63534
衡 水 地 区	28400	357	761	—	—	—	30414
惠 民 地 区	30400	873	162	—	—	—	31585
周 口 地 区	38300	1484	815	—	—	—	41504
宿 县 地 区	3400	580	1032	—	—	—	36525
永 年 县	49000	1231	428	—	—	—	51114

注 1: 典型系冀、鲁、豫、皖北平原低产地区的十二个大队, 它们是河北衡水地区深县的段家佐、后营、后屯大队景县的董庄大队, 邯郸地区馆陶县的满谷营大队、河南省周口地区淮阳县黄李大队, 丛庄大队, 西华县双抽高大队, 山东德州地区禹城县杓头李大队, 代庄大队, 惠民地区惠民县徐郭大队, 安徽宿县地区宿县杜楼大队。

注 2: 代表黄淮海平原地区一般生产水平的单位系上述一些大队所在的公社或地区一般水平的公社, 它们是隆兴公社(董庄大队所在公社), 三堡公社(徐郭大队所在公社)、白楼公社(丛庄所在的公社), 陈集公社(杜楼所在公社), 大屯公社(后屯大队所在的公社)和衡水地区枣强县王均公社。同时用衡水、惠民、周口、宿县地区代表面上的情况, 以及河北省永年县情况, 进行对比。

注 3: 山东滨县杨柳雪大队, 河南淮阳县小徐大队是当地先进的大队, 河北省栾城县大裴村大队生产条件好, 技术水平较高, 用以代表较高的生产水平。

表 2

不同生产类型的林牧业生产水平

(只头/百亩)

生产单位	猪		羊		禽 兔		大 牲 畜	林 果		
	存 栏	出 栏	存 栏	出 栏	存 栏	出 栏		百亩农田 中 亩 数	百 亩 株 数	人 均 株 数
典 型 大 队	25.5	11.3	18.0	8.0	95.4	79	5.4	26.8	5841	117
一 般 社 队	8.3	6.2	8.5	6.8	5.5	47	3.5	10	2750	53
杨 柳 雪 大 队	10.61	8.56	—	—	68.4	68	3.08	4.1	655	10
小 徐 大 队	4.17	1.33	18.3	11.1	88.9	66.7	6.8	—	1388	21
大 裴 村 大 队	21.1	14.0	4.6	1.4	66.9	46.9	1.7	—	469	9.5

四、“林牧经粮”农业生态系统能量转化效率的分析

农业生态系统是一个能量输入输出系统，能量输出输入的数量，及其转化效率是系统合理与否的重要标志之一。“林牧经粮”系统的能量转化，具有数量较大，归还系统再利用部分较多，转化效率较高的特点。

(一) 输入：“林牧经粮”系统的能量总输入平均为17,124万大卡/百亩，不同类型的变幅在13,000~22,000万大卡/百亩之间。其中化石能量的投入为3299万大卡/百亩，占总输入的19.3%，最多的代庄大队为5,005万大卡/百亩，生产条件较差的董庄大队为1,904万大卡/百亩，分别占输入的28.7%和7%。在投入化石能源中，化肥占着一半，平均为化石能源的50.4%，油电占30.4%，农药占10.3%，在80.7%的生物能源中，秸秆占46.7%，粪肥占34.2%，其它为饼肥、绿肥以及劳畜力等(表3)。

这样的能量投入水平，比当地一般生产大队(7,054万大卡/百亩)要高得多，但其高的原因并不是由于化石能源的大量投入，而却是大量生物能源的再利用。然而，这样的投入水平，却稍低于该地区生产条件较好的社队和当地先进大队，尤其在化石能源的投入方面。而这些先进社队的化石能投入量，则和美国化石能的平均投入量相近似(美国在作物生长季节中，平均投入化石能为500万大卡/公顷，相当于3,333万大卡/百亩)。

表3 不同生产类型能量输入情况 (万大卡/百亩)

生产单位	总 输 入	化 石 能 源								生 物 能 源			
		数 量	占 总量 %	化 肥		油 电		农 药		数 量	占 总量 %	秸 杆	
				数 量	占 总量 %	数 量	占 总量 %	数 量	占 总量 %			数 量	占 总量 %
典型大队	17124	3299	19.3	1644	9.7	1006	5.8	341	2.0	13825	80.7	6451	37.6
一般社队	7054	1496	21.2	798	11.3	458	6.5	143	2.0	5558	78.8	1799	25.5
杨柳雪大队	17462	5357	30.7	1972	11.3	1167	6.7	1680	9.6	12105	69.3	6243	35.8
小徐大队	14602	2383	16.3	1547	10.6	199	1.4	454	3.1	12219	83.7	4761	32.6
大裴村大队	17672	5652	32.0	3519	19.9	1625	9.2	255	1.4	12019	78.0	4844	27.4

(二) 输出(第一性生产能量产出)：“林牧经粮”系统的能量输出总量，平均为38,953万大卡/百亩，变幅在25,338—49,530万大卡/百亩。其中种植业能量产出平均为24,143万大卡/百亩(19,253—40,281万大卡/百亩)占第一性能量产出的61.8%。

林业生产在“林牧经粮”系统中占有较大比重，折合每百亩农田有林果地平均26.8亩，百亩树5,847株人均树117株。林业生产平均产能14,810万大卡/百亩(5,604—33,690万大卡/百亩)，占38.1%(表4)。如以人均年烧柴800—1,000斤，即160—200万大卡计算，则以上述林业产出的一半左右，即可提供燃料的2/3。树叶等提供的肥源和饲料，也占有重要地位。

表4 不同生产类型能量输出情况 (万大卡/百亩)

生产单位	第一性 总产出	种植业		林业		畜牧业 产能
		产能	占%	产能	占%	
典型大队	38953	24143	61.9	14810	38.1	253
一般社队	20856	14457	69.3	6391	30.7	117
杨柳雪大队	24264	21895	90.2	2369	9.8	116
小徐大队	26389	20837	78.9	5552	21.1	85
小裴村大队	28772	26895	93.5	1877	6.5	185

种植业中，粮棉油主产品产能12,123万大卡/百亩，占种植业能量产出的一半(50.2%)，另一半是饼类、秸秆等副产品，其中秸秆占极大比重。主产品中粮食和经济作物能量产出百分数分别为89.8%和10.2%，而所占农田面积分别为73.7%和26.3%，经济作物的面积占1/4强(表5)。

表5 不同生产类型种植业的能量输出情况 (万大卡/百亩)

生产单位	产 能	主 产 品								副 产 品			
		产 能	占 %	粮 食 作 物			经 济 作 物			产 能	占 %	秸 秆	
				占耕 地面积 %	产 能	占主 产产 能%	占耕 地面积 %	产 能	占主 产产 出%			产 能	占副 产品 出%
典型大队	24143	12123	50.2	73.7	11005	89.8	26.3	1118	10.2	12020	49.8	10429	86.8
一般社队	14457	6109	42.3	83.0	5923	96.9	17.6	186	3.1	8348	57.7	7889	94.5
杨柳雪大队	21895	78.5	35.7	31.5	4074	52.1	68.5	3741	47.9	14080	64.3	11287	80.2
小徐大队	20837	81.38	39.1	58.3	5378	66.1	41.7	2760	33.9	12699	60.9	10311	81.2
大裴村大队	26895	13316	49.5	73.9	12658	95.0	27.1	658	5.0	13579	50.5	12760	93.9

按该地区太阳辐射总能量每亩全年9亿大卡和生长季节6亿大卡(即130—140大卡/平方厘米)来计算，种植业的光能利用率分别为0.27%和0.40%。如林果也计算在内，对光能的利用率也仅是0.43%和0.65%。这样的光能利用率，显然是不高的，这也说明

其有着相当大的潜力。但是，这样一个水平，在一定程度上代表着本地区近期大面积发展的方向。而黄淮海平原地区绝大多数生产单位第一性生产的能量产出是很低的，仅为20,856万大卡/百亩，种植业的能量产出仅为12,210万大卡/百亩。大面积来看，第一性生产的光能利用率仅为0.23%和0.35%，种植业仅为0.16%和0.24%，仅是“林牧经粮”系统产能的一半左右（表6）。以更大的面（如以衡水、惠民、周口、宿县等地区）的种植业来进行比较，其结果也和上述相似（见表6），如以河北省生产条件较好的永年县种植业生产来进行比较，“林牧经粮”系统的光能利用率还稍高于该县。由此可见，从当前来说，“林牧经粮”生态系统具有较高的能量产出水平。

表6 不同生产类型的光能利用率 (%)

生产单位	按全年计划		按生长季计算	
	种植业	第一性生产	种植业	第一性生产
典型大队	0.27	0.43	0.40	0.65
一般社队	0.16	0.23	0.24	0.35
杨柳雪大队	0.24	0.27	0.36	0.40
小徐大队	0.23	0.29	0.35	0.44
大裴村大队	0.30	0.32	0.45	0.48
衡水地区	0.15	—	0.22	—
惠民地区	0.16	—	0.24	—
周口地区	0.21	—	0.31	—
宿县地区	0.18	—	0.27	—
永年县	0.25	—	0.38	—

（三）第二性生产能量产出：第二性生产虽消耗了副产品大量能量，但提供人类实用的畜产品的能量输出，确占很小比率，“林牧经粮”系统畜产品的能量产出平均为253万大卡/百亩，仅为种植业能量产出的1.04%（按10%定律折算，也不过是10.4%）。为种植业副产品平均产能的21%（按10%定律折算为21%）。不同大队畜产品产能水平相差较大，后屯大队为82万大卡/百亩，代庄为448万大卡/百亩，满谷营为542万大卡/百亩。但将全部畜产品按一定的标准畜——羊单位，统一折算，各大队间的差距就没有那样大。董庄为53羊单位，后屯为61，代庄为118，满谷营为86.2，而典型大队平均为86.4羊单位。

影响牧业能量产出的因素，除种植业产能水平外，还有林副业提供的外来饲料的多少，副产品利用方式，以及畜群的结构等。代庄大队有大量树叶和一座糖坊提供补充饲料，棉叶、饼类、玉米秸等大部充作草料，可以大量发展猪羊。满谷营大队大量树枝提供了燃料，解放了秸秆充作饲草，且有大量槐叶、豆叶，得以发展役畜。因之，除全大

队饲养140头牲畜外，五年来平均每年向外卖出骡马达26头之多。

不过，这些典型大队目前牧业发展水平并不理想，有待进一步提高，如按能量转化的10%定律计算，假定秸秆的2/3和其他饼类等草料，用于发展牧业，并在全部牧业中，提供肉食的猪羊禽兔等占一半（大牲畜占一半），出肉率按50%计，则畜牧业能量产出水平，应较大的高于现有水平。

（四）产出能流的去路：“林牧经粮”系统每百亩耕地负担48.8人，畜5.4头，猪25.5头，羊18.0只，禽兔95.4只。出售给国家等产品，每百亩平均粮食8,691斤，皮棉3,064斤，油脂14,36斤，共折能2637万大卡/百亩。其余能量分别作为口粮、饲料、肥料、燃料等，基本用于系统内部的循环和消耗。按典型大队的人畜、林田等平均数，以及粮、饲、肥、燃等实际用量计算，可以得出“林牧经粮”系统的交售输出和消耗输出占总输出能量的37.1%，肥料占36.2%，燃料占23.7%（绝大多数是树枝等产品），其中，饲草占26.9%，口粮占10.9%，这样一个输出分配，在目前黄淮海平原地区，尤以干涝碱薄地区是较为合理的。以代表当地一般水平社队的能量产出分配情况，作一模式，从其具体数字以及各百分比，即可明显的显示出差异来。

林业产能在二类生产结构中，都相当于总量的1/3左右，但实际数一般社队要少得多，其分配情况也是如此（输出系统以外的占1/3——包括农村建筑用材等）。但落叶部分在典型的“林牧经粮”系统中，大部分作为饲料，而一般社队多作燃料。

用能量产出的百分数来比较，二类结构的差异不是很显著，如用光能利用率来比较，就显现出了很大的差异（表7—以900亿大卡为基数）。

（五）投能效率：“林牧经粮”生态系统的投能效率（总输出/总输入）为2.089，也即是说，每投入一份能量，产出2.089份。三个生产条件较好的大队分别为1.513、1.807和1.628。而代表一般生产水平的社队的投能效率为2.956。

以化石能为基数进行投能效率比较，“林牧经粮”系统的农业总产出/化石能投入为7.318，主产品产出/化石能投入为3.674，一般社队分别为9.663和4.283，但两个化石能投入较多的杨柳雪和大裴村大队其效率分别为4.284和1.458，4.757和2.355（表8）。

从表8说明了几个问题：

1、代表“林牧经粮”生态系统的典型大队，具有较高的能量转化数量，同时也具有一定的能量转化效率。

2、杨柳雪、小徐、大裴村大队等生产条件较好的社队，其产出较多，但生产单一，杨柳雪注重棉花，大裴村主产粮食，他们和小徐大队的林业基础薄弱。因此要维持这样的生产量，必需投入较多的外来能量，尤以化石能（小徐大队目前化石能投入较少，产出也少），其结果必然是投能效率降低。

3、代表当地生产水平的一般社队，其投能效率虽较高，但其投入量少，产出少，生产力低。因之，这类社队增加一定数量的能量投入，是提高生产力的关键，这也是经济的，但到一定程度，当化石能投入量占总输入的1/3左右时，尤其在生物能源未能相

表7

不同生产类型产出能量分配情况

(%)

项 目	按 能 量 产 出 计 算		按 光 能 利 用 率 计 算	
	典型大队	一般社队	典型大队	一般社队
交 售 和 消 耗	37.1	40.9	0.16	0.10
肥 料	26.9	22.0	0.16	0.05
燃 料	26.7	37.1	0.11	0.08
总 利 用 率	100.0	100.0	0.43	0.23
其 中：口 粮	10.9	19.4	0.05	0.05
饲 料	26.9	18.8	0.11	0.04

应提高的情况下，其效率就会下降（如大裴村大队），相反，如化石能和生物能源的投入量都相应增加，就会起到更好的效果。

表8

不同生产类型的能量生产效率

生 产 单 位	总 输 出 总 输 入	农 业 产 出 化 石 能 投 入	主 产 品 产 出 化 石 能 投 入	农 业 产 出 生 物 能 投 入
典 型 大 队	2.089	7.318	3.674	1.282
一 般 社 队	2.956	9.663	4.083	2.601
杨 柳 雪 大 队	1.513	4.284	1.458	2.150
小 徐 大 队	1.807	8.747	3.416	1.704
大 裴 村 大 队	1.628	4.757	2.355	2.238

4、化石能投入较多的队，其化石能的投能效率降低，但生物能源的投能效率则高（表8）。因之，这类社队，如改善生产结构，大幅度增加生物能源的投入，可以使生产力得到较快的发展。

需要说明的是输入和输出之间，存在着显著的相关性。

（1）总输出和总输入的相关为

$$y = -6.09 + 1.84x \quad r = 0.9600 \quad p < 0.01$$

说明在所考察的范围内，总输出是随着总输入的增加而增加的。

（2）总输出和化石能源投入的相关为

$$y = 9.4 + 5.0x + (-0.3)x^2 \quad r = 0.5949 \quad p < 0.01$$

说明，在一定范围内总输出随着化石能的投入的增加而增加，但到一定程度，入化石能的效果就下降了。

五、“林牧经粮”农业生态系统的物质循环

(一)土壤库中的氮素平衡：“林牧经粮”系统中氮素总投入量平均为3,093斤/百亩，(2,071—3,781斤/百亩，仅计算施入数量)。其中有机氮平均为1,403斤/百亩。占45.4%，在有机氮中，粪肥氮898斤/百亩，占有机氮的64.0%，其余来源于秸秆，豆科固氮，饼肥和绿肥等(表9)。化肥氮平均用量1690斤/百亩，占总量的54.6%。但考虑其利用率，扣除损失部分，作物实际吸收仅其1/3左右。

表9 不同生产类型氮素输入情况 (斤/百亩)

生产单位	输入总量	化肥氮		有机氮		粪肥氮	秸秆氮	豆科固氮	饼肥氮	其他
		数量	占%	数量	占%					
典型大队	3093	1690	54.6	1403	45.4	898	167	174	78	86
一般社队	1564	815	52.1	749	47.9	499	56	117	22	55
杨柳雪大队	3107	2054	65.1	1053	34.9	568	128	8	349	—
小徐大队	2688	1644	61.2	1044	38.8	680	87	47	225	5
大裴村大队	3319	2401	72.3	918	27.7	629	197	20	32	40

氮的总输出量(仅计算收获物带走的氮素,以及损失部分)为2615斤/百亩(1,641—4,254斤/百亩)。其中收获物中带走的氮素为1,852斤/百亩(800—2,627斤/百亩)。以平均数进行比较,收支相抵,略有盈余(+478)。应该说明的是输出量中化肥利用率计算是偏高的(按50%计)。同时,在所考察的十二个典型中,有一个亏损(杓头李大队为-9.2斤/百亩),三个盈余极少(满谷营+135,段家佐+134,后屯+158),故只能说趋于平衡。氮素亏损主要出现在氮素化肥用量太少的情况下,如杓头李大队化肥氮用量仅1,045斤/百亩,而百亩产粮45,226斤,产皮棉3,216斤,化肥氮施用量相对偏低。氮素亏损也可出现在有机氮用量太少的情况下(表10),如小徐大队有机物施用量仅37,069斤/百亩,提供有机氮1,043斤/百亩,杨柳雪大队有机物施用量41,166斤/百亩,提供有机氮1,053斤/百亩,分别占输入总氮量的38.8%和34.9%,虽化肥氮提供数量较大但仍出现亏损。又大裴村大队有机氮只提供918斤/百亩(占27.7%),在大量施用化肥氮2401斤/百亩(占72.3%)的情况下,氮素才稍有盈余(+301斤/百亩),这些,对于土壤库的氮素平衡和土壤资源的永续利用,都是不可取的。另外,表10中又可看出,化肥氮施用过多,单位化肥氮的能量产出明显减少,相同数量的能量产出所耗氮量,显著增加,这也说明,有机氮和无机氮相互配合使用的必要性。

表10

不同生产类型氮素生产效益

(斤/百亩)

生产单位	输入量	输出量	盈亏	收获物 带走量	氮生产效率 带走量 输入量	每斤化肥氮 产能数 (万大卡)
典型大队	3093	2615	+478	1852	59.8	14.29
一般社队	1564	1324	+24	916	58.6	17.73
杨柳雪大队	3107	3183	-76	2156	69.4	11.17
小徐大队	2688	2779	-91	1956	72.8	14.26
大裴村大队	3319	3018	+301	1789	53.9	11.2

氮素盈余过多,掩盖着另一个倾向——浪费和流失。如代庄大队氮素输入量为4,480斤/百亩,输出量为3,384斤/百亩,二者相抵,盈余1,096斤/百亩,它最终去向何方,值得关注。

(二)土壤腐殖质消长趋势:“林牧经粮”系统的有机物质输入总量平均为56,964斤/百亩(37,069—70,458斤/百亩),其中粪肥有机质投入量为18,333斤/百亩(11,430—24,744斤/百亩),占总量的32.1%。秸秆投入2,658斤/百亩(13,337—48,780斤/百亩),占46.7%(秸秆还回率为43.4%)。饼肥投入为2,708斤/百亩,其他有机质投入量为9,353斤/百亩。如按腐殖化系数0.3(秸秆为0.2)计算土壤腐殖质平均增加量为14,421斤/百亩(其中秸秆与粪肥投入腐殖质量相近)。如以年消耗土壤腐殖质占总量的4%计算,则年消耗土壤腐殖质10,600斤/百亩。消长相抵,可年净积累腐殖质3,821斤/百亩。相当于土壤腐殖质含量的百分之一左右,这是一个可喜的现象,和当地一般社队相比,也是突出的方面(表11)。

表11

不同生产类型施入有机质量和土壤腐殖质消长情况

(斤/百亩)

生产单位	投入 有机物 数量	粪肥		秸秆			土壤 年增腐 殖质量	年消耗 土壤腐 殖质量	腐殖质 消长
		数量	占%	数量	占%	还田 率			
典型大队	56964	18332	32.2	26581	46.7	46.7	14421	10600	+3821
隆兴公社	26188	9406	35.9	1748	6.7	12.5	7631	7200	+481
三堡公社	15050	7437	49.4	7000	46.5	25	5575	6000	-485
白楼公社	26534	16368	61.7	6250	23.5	30	7335	7200	+135
陈集公社	19850	10384	52.3	6622	33.4	20	5292	7200	-1908
王均公社	16770	8761	52.2	5475	32.6	25	4434	6000	-1516
大屯公社	24658	8455	34.3	14643	55.1	40	5933	6000	-67

在典型大队中,有三个大队的土壤腐殖质累积较多(双楼里大队+6,659斤/百亩,杜楼大队+7,500斤/百亩,董庄大队+8,491斤/百亩),其土壤腐殖质的增加量可达土

壤腐殖质总量的2—3%左右，因之地力得以显著提高。其所以如此，主要由于有大量林木和紫穗槐等绿肥做后盾。然而，典型大队中，后屯大队的积累量低于消耗量（—108斤/百亩），有三个大队稍有积累（杓头李+113斤/百亩，代庄+756斤/百亩，段家佐2,497斤/百亩）。这说明地力还存在着恶化的可能性。

粪秸肥、杆和其他有机物是土壤有机物质的三项主要来源，它关系着土壤腐殖质的平衡。土壤库腐殖质出现亏损，一般是上述三方面配合不好的结果。后屯大队动物性生产相对较低，畜禽兔合计在一起仅61个羊单位，加上人粪尿，其粪肥量是偏少的，其他有机肥源利用也不充分；虽秸杆还田率达51%，仍出现土壤腐殖质亏损的趋势。

六、几点看法

（一）掌握农业生态系统能量、物质流的具体特点，它的循环途径、数量和效率，有助于对系统的结构和机能进行人工调节，进一步对其发展动向作出预测，达到提高系统生产力，保持系统稳定的目的。

一个农业生态系统生产力的高低，取决于自然条件、人工投能（包括生物和化石能源），以及生态结构的合理性（首先是农业结构和种植结构的合理性），尤其在条件基本相近的情况下，生态结构的合理性是决定系统生产力的关键。

“林牧经粮”生态系统，目前看来，其生态结构具有一定的合理性，所以，在能量和物质运转数量、途径和效率，以及系统生产力等方面，都较为优越。因此，在黄淮海平原地区，尤以低产地区，提倡和恢复“林牧经粮”农业生态系统，是合理利用和保护当地农业资源，维护生态平衡，提高系统生产力的关键决策，也是当前的一项战略措施。

（二）当前，开发生物能源，节约化石能源，提高化石能的投放效率，是世界性的趋势。“林牧经粮”生态系统是以生态能源为主，在重视开发当地生物能源的基础上，对其进行再利用，并相应投入一定数量的化石能，以达到高效高产，保护土地和环境，稳步提高生产力的结果。

（三）合理的农业生态系统，应该保证土壤库有机物质积累和分解之间的平衡，氮素和其他营养元素输入输出之间的平衡。在我国集约农业的条件下，根本方针是运用现代化科技力量，挖掘生态系统的一次生产潜力，把更多的日光能和营养物质纳入生态系统循环的轨道，并组织合理的周转，不断扩大出入土壤库的能量流和物质源。“林牧经粮”生态系统能逐步实现上述要求。

（四）开发农业生态系统内部的生物能源，应十分重视发挥非耕地的作用。黄淮海平原地区一般来说，人均土地还是相对较多，林果、绿肥、牧草等潜力还未发挥出来。

“林牧经粮”生态系统较充分地利用了非耕地及各空隙地面，生产较多的燃料、饲料和肥料，以补充耕地的不足，在较迅速、有效地解决有机质、氮素和其他营养物质的不足方面，进了一步。它并以经济力量，支持对耕地的建设。

（五）自然条件、生产条件的多样性，以及人类需要的多样化，是农林牧副渔的多

种经营和种植业的因地制宜种植多样化的基础。“林牧经粮”生态系统，在这一基本结构的前提下，其内容和一些具体方面，也不可能是千篇一律的。这有利于发挥当地自然资源的优势，扩大整个农业生态系统能量流和物质流的数量，形成合理的食物链，提高系统生产力和生态效率，促进生产的全面发展。

目前，黄淮海平原地区，尤以低产地区，推行和恢复“林牧经粮”农业生态系统，是具有一定现实意义的，也是发展农业生产所必需。但是，对于“林牧经粮”系统，尚有不少问题需要进一步研究和探讨，系统本身也需要进一步完善。至少有以下几方面问题：

1、农林牧最合适的比例，尤其是牧业比重的提高，结构的完善。

2、粮、经比例的最佳抉择，既要考虑到各方面的需求，又要考虑资源的永续利用。

3、能、物流分配途径和比例的最佳方案。

4、生物能和化石能的合理开发、配合和使用，以及投放效率的进一步提高。

尤其在条件不相同的情况下，它们应是如何？这些问题，急待今后进一步研究和解决。