

黑龙港地区农业生态系统发展模式

的典型研究

刘铁斌 齐成喜 韩纯儒

(北京农业大学, 100094)

5181

摘 要

本文以曲庄村为研究对象,着重分析了农业生态系统在生产力增长、结构变动的发展过程中,能量、物质、资金流动途径及其效率的变化,以揭示特定区域农业系统发展的基本规律。结果表明:曲庄已初步形成了一个适应本地资源特点的优化农业生态模式。生产结构调整是系统发展的必然要求,而结构变动又促进系统生产力水平的大幅度提高。通过增加物质投入,优化技术组合,系统生产力和资源生产效率可获同步提高。这为在高产条件下优化投入以获得更好的效益提供了依据。

关键词: 农业生态系统, 模式。

在农业生态系统的发展过程中,不仅有物质产出的增长和生产结构的变动,还有能量转化、物质循环、资金流动途径及其效率的变化,以及系统与其环境资源匹配关系等的变化。本文针对曲庄村进行典型研究,揭示其发展中的某些生态经济规律,以寻求本区农业发展的优化模式。文中详细测定和计算方法参见有关文献*。

曲庄村位于海河平原的黑龙港地区,属河北省东光县。全村共有耕地 213hm², 人均 0.19hm², 1150人。1988年耕地粮食产量 9960kg/hm², 棉花(籽棉)产量 2625kg/hm², 人均收入1200元。在黑龙港中低产地区由低产到高产,由穷变富的村中,颇具代表性。

一、种植业的结构与功能

1. 种植结构调整及其对系统功能的影响

从建国初至70年代末,30年中曲店农田作物布局一直以粮为主,面积在140—160hm², 棉花、果树很少。粮田投入不足,产量低而不稳,长期在 2000—3000kg/hm²徘徊。80年代以来在治水改土的基础上,逐步调整了种植结构,压缩了部分低产粮田面积,增加了节水耐盐的棉花、果树面积,改广种薄收为集约高产,粮、棉、果总产量均有大幅度提高,经济收入的增长也十分可观。对系统的整体功能产生了良好的影响。曲庄种植结构变化情况见表1。

2. 工业能投入及其效率

(1) 粮田: 1973年到1988年曲庄粮田工业能投入增加 3.7 倍,这主要是由于化肥与灌

本文于1990年12月25日收到,修改稿于1992年4月17日收到。

* 齐成喜(1990)曲庄农业现代化进程的生态经济分析(北京农大硕士论文)

表 1 曲庄种植结构变化表
Table 1 Change of cropping structure in qizhuang

年份 Annual	粮 食 Grain			棉 花 Cotton			林 果 Fruit trees			种植业产值 Total production value of plant system
	面积 Area (hm ²)	总 产 Products (t)	产值 Value (yuan)	面积 Area (hm ²)	总 产 Products (t)	产值 Value (yuan)	面积 Area (hm ²)	总 产 Products (t)	产值 Value (yuan)	
1980	140	324.2	114600	50	20.2	51700	15	156.4	36800	203100
1982	106	435.4	175200	81	45.9	119300	23	281.5	96100	390700
1985	85	544.5	325200	95	57.1	251300	27	421.4	257200	833700
1989	75	745.9	598700	80	84.2	431200	51	529.2	510600	1538600

注: 1989年51hm²果树中有20hm²幼树未结果。

Note: 20hm² of young growth was no fruits in 1989.

溉投能的增加所致, 其中化肥能增加3.8倍, 灌溉能增加3.5倍。粮食产量与工业能投入的直线回归相关系数(r)为0.9969, 显著相关。这15a间粮食单产增加了3.9倍, 稍快于工业能投入的增加, 能量效率表现为上升。

表 2 粮田养分循环及其效率 (kg/hm²)
Table 2 Nutrient element cycling and its ratio in grain fields

项 目 Items		1973年		1978年		1981年		1985年		1988年	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
生产性输入 Productive input	化肥 Fertilizer	55.8	42.30	96.30	46.50	154.80	84.00	243.45	102.00	336.00	124.50
	有机肥 Organic fertilizer	28.35	13.85	42.00	20.70	53.70	22.95	71.40	27.00	76.05	30.75
	合计 Total	84.15	56.25	138.30	67.20	208.50	106.95	314.85	129.00	412.05	155.25
	无机/有机 Unorganic/Organic	1.96	3.03	2.23	2.26	2.88	3.66	3.41	3.78	4.42	4.06
自然输入 Natural input		12.00	3.16	12.00	3.16	12.00	3.15	12.00	3.15	12.00	3.15
输入总计 Total input		96.15	59.40	150.3	70.35	220.50	110.10	326.85	132.15	424.05	158.40
生产性输出 Productive output		50.10	24.15	72.45	33.90	91.95	48.80	165.30	85.35	244.36	125.50
非生产性输出 Losses		29.40	—	49.65	—	78.90	—	132.3	—	169.50	—
输出总计 Total output		79.50	24.15	122.15	33.90	170.40	48.80	297.62	85.35	413.85	126.60
输入—输出 Input-Output		16.65	37.50	28.20	36.45	49.65	66.30	29.23	46.80	10.20	31.90
生产性输出/生产性输入 Productive output/input		0.59	0.43	0.52	0.50	0.44	0.41	0.61	0.66	0.59	0.82
化肥生产率 Fertilizer Productivity		36.29	47.87	32.20	68.71	25.19	46.25	26.81	62.79	29.64	80.00
产量水平 Grain Produced		2025		3195		3885		6405		9960	

注: 化肥生产率 = 产量/化肥投入量(纯)(下同)。养分折算参考北京农大编《肥料手册》1984, 农业出版社。

Note: Fertilizer productivity = Product/Fertilizer (net) input

(2) 棉田: 1988年棉田投能水平为 $20.11 \times 10^9 \text{J}/\text{hm}^2$, 每公斤皮棉需工业能 20.95MJ 。15a来, 棉田的工业能投入增加2倍, 其中化肥能增加3.5倍, 灌溉能增加2倍。历年棉花产量与工业能投入的直线回归分析表明, 亦呈正相关, 但未达到显著水平。从1973年到1988年, 棉花单产增长了7.3倍, 快于工业能投入增加的速度, 其工业能效率也大体呈逐年上升趋势。

3. 农田养分循环及效率

(1) 粮田: 粮田历年养分循环及效率见表2。N、 P_2O_5 生产性输入均以无机为主, 无机/有机比率呈逐年上升趋势, 1988年粮田投入化肥N $336 \text{kg}/\text{hm}^2$, P_2O_5 $124.5 \text{kg}/\text{hm}^2$, N: P_2O_5 为1:0.37, 这与河北省模式化栽培提出的(1:0.36—0.6)接近。历年粮田N素均呈正平衡, 1981年以前随投入的增加, 土壤N素盈余逐渐增加, 1981年以后又逐渐降低, 但仍有盈余。 P_2O_5 也为正平衡, 而且盈余量较多, 这主要是因为 P_2O_5 当季利用率较低。N素产投比(生产性输出/生产性输入)在0.4—0.6之间, P_2O_5 在0.4—0.8之间, 随着产量的提高, N、 P_2O_5 产投比有增加的趋势。1981年以来, 粮食产量增加1.56倍, 而化肥投入增加1.17倍, 化肥 P_2O_5 增加0.48倍, 化肥N、 P_2O_5 生产效率都有所上升, 但化肥N损失的总量也增多, 对环境压力也相应加大。

(2) 棉田: 棉田历年养分循环及效率见表3。1988年棉田投入化肥N $157.50 \text{kg}/\text{hm}^2$,

表 3 棉田养分循环及其效率 (kg/hm^2)

Table 3 nutrient element cycling and its ratio in cotton fields

项目 Items		1973年		1978年		1981年		1986年		1988年	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
生产性输入 Productive input	化肥 Fertilizer	26.10	16.95	45.15	18.60	72.60	33.60	108.20	42.45	157.50	49.50
	有机肥 Organic fertilizer	18.45	8.85	27.60	13.35	36.00	17.25	44.10	20.70	47.70	22.95
	合计 Total	44.55	25.80	72.75	31.95	108.60	50.85	152.30	63.15	205.20	72.45
	无机/有机 Unorganic/Organic	1.41	1.92	1.63	1.39	2.02	1.95	2.41	2.05	3.30	2.16
自然输入 Natural input		7.05	1.50	7.05	1.50	7.05	1.50	7.05	1.50	7.05	1.50
输入总计 Total input		51.60	27.30	79.80	33.85	115.65	52.35	167.35	64.65	212.25	73.97
生产性输出 Productive output		15.75	6.15	21.15	8.10	50.25	20.10	77.55	30.75	130.05	50.85
非生产性输出 Losses		14.55	—	24.15	—	37.80	—	54.60	—	80.25	—
输出合计 Total output		30.30	6.15	45.30	8.10	88.05	20.10	132.15	30.75	210.30	50.85
输入-输出 Input-Output		21.30	21.15	34.50	25.80	27.60	32.25	25.20	33.90	1.95	23.10
生产性输出/生产性输入 Productive output/input		0.35	0.24	0.29	0.25	0.46	0.40	0.52	0.49	0.63	0.70
化肥生产率 Fertilizer Productivity		12.07	18.58	9.81	23.80	13.78	29.78	14.49	36.26	16.87	53.03
产量水平(粒棉) Unginned cotton produced		315		450		1005		1545		2625	

P_2O_5 49.50kg/hm², 棉田N、 P_2O_5 化肥投入水平分别是全年粮田的50%和40%。N素呈正平衡, 1985年以前正平衡逐年加强, 1985年以后产量提高, N素输出增长快于输入, N素盈余下降, 1988年土壤N素盈余1.95kg/hm², P_2O_5 一直为正平衡。N素投入以化肥为主, P_2O_5 有机无机相当, 棉田养分投入的有机程度比粮田稍高一些。N素产投比在0.3—0.6之间, P_2O_5 产投比为0.2—0.7, 随着产量的提高, N、 P_2O_5 产投比加大。15年来, 化肥N素投入增加6倍, P_2O_5 增加2倍, 棉花产量增加7倍。化肥N、 P_2O_5 的生产效率逐年上升。

(3) 果园: 果园养分循环及其效率见表4。

表4 果园养分循环及其效率 (kg/hm²)

Table 4 Nutrient element cycling and its ratio in orchard

项目 Items		1973年		1978年		1981年		1985年		1988年	
		N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5
生产性输入 Productive input	化肥 Fertilizer	27.16		47.40		114.60		128.00		183.20	
	有机肥 Organic fertilizer	29.40	11.66	37.80	16.75	39.90	13.95	42.30	16.90	49.66	17.95
	合计 Total	56.56	11.66	85.2	16.75	154.50	13.95	168.30	15.90	212.86	17.85
	无机/有机 Unorganic/organic	0.92		1.25		2.87		2.98		3.28	
自然输入 Natural input		8.25	1.95	8.25	1.95	8.25	1.95	8.25	1.95	8.25	1.95
输入总计 Total input		64.80	13.50	93.45	17.70	162.75	15.90	168.30	17.85	221.10	19.80
生产性输出 Productive output		6.7	2.65	31.85	14.40	90.75	41.40	93.60	42.75	120.30	54.6
非生产性输出 Losses		16.16		25.20		68.80		64.60		83.10	
输出合计 Total output		20.86	2.65	56.85	14.40	149.55	41.40	158.10	42.75	203.40	54.6
输入-输出 Input-Output		43.95	10.95	36.60	3.30	13.20	-25.50	10.20	-24.90	17.85	-34.80
生产性输出/生产性输入 Productive output/input		0.08	0.22	0.31	0.91	0.49	2.97	0.48	2.69	0.47	3.06
化肥生产率 Fertilizer Productivity		3.71		120		142.7		133.3		131.80	
产量水平(鲜果) Fruit produced		1005		4935		16360		16800		21510	

注: 果树在1981年后达盛果期, 鲜果和树枝的养分含量来自文献(4)树叶全部返田。

Note: The orchard reach the mature period in 1981. The nutrient contained in the fruit and twigs on the basis of reference (4). All leaves return to the fields.

果园化肥N投入与棉田相当, 无化肥 P_2O_5 投入。有机肥只有少量饼肥。近年来N素呈正平衡, P_2O_5 呈负平衡, 应增加 P_2O_5 的投入。成熟果园的N素产投比在0.45—0.50之间。

4. 土壤有机质平衡

曲庄农田有机质平衡计算结果见表5。

粮田有机质在1981年以前为负平衡, 1988年以后为正平衡。这主要是由于随着粮食产量的提高, 根茬量及返田的秸秆量增加, 随着今后粮食产量的进一步提高, 粮田有机质正平衡

表 5 农田有机质平衡表 (kg/hm²)
Table 5 Balance of organic matter in the fields

田类 Type of field	年份 Annual	投入有机物 Organic matter input						土壤有机质矿化量 Soil organic matter decompose.d		平衡值 Balance value	
		实物量 Original material						折合新鲜 腐殖质 Convert into fresh humus	矿化系数 Decomposi- tion index		矿化量 Quantity decomposed
		粪肥 Mann- ure	秸秆 Straw	根茬 Root & stubble	落叶 Fallen leaves	饼肥 Cake	合计 Total				
粮田 food crop fields	1973	1248	354	1077	—	94.5	2773.5	683	0.05	1116	0.62
	1978	1344	550.5	1390.5	—	126	4914	853.5	0.05	1116	0.76
	1981	1411.5	681	2094	—	183	4369.5	1092	0.05	1116	0.98
	1985	1603.5	1114.5	2886	—	417	6321	1506	0.06	1383	1.08
	1988	1731	1402.5	4488	—	543	8164.5	2041.5	0.06	1383	1.48
棉田 Cotton fields	1973	772.5	235.5	—	111	94.5	1213.5	303	0.04	841.5	0.34
	1978	879	370.5	—	163.5	126	1539	385.5	0.04	841.5	0.45
	1981	1030.5	457.5	—	369	183	2067	517.5	0.04	841.5	0.61
	1985	1098	817.5	—	568.5	301.5	2785.5	666	0.04	841.5	0.83
	1988	1149	1119	—	865	304.5	3538.5	885	0.04	841.5	1.05
果园 Orchard	1973	979.5	—	—	252	—	1231.5	307.5	0.04	856.5	0.35
	1978	1260	—	—	1122	—	2682	667.5	0.04	856.5	0.78
	1981	—	—	—	2610	1878	4488	1122	0.04	856.5	1.31
	1985	—	—	—	2685	1886	4671	1168.5	0.04	856.5	1.36
	1988	—	—	—	3390	2143.5	5533.5	1383	0.04	856.5	1.61

说明: 腐殖化系数取0.25, 棉田果园的有机质矿化系数取王维敏等(1988)研究结果的较低值。

Note: Humus forming index 0.25 decomposition index based on the lower results of Wang Weimin.

$$\text{有机质平衡值} = \frac{\text{新鲜腐殖质量}}{\text{有机质矿化量}}$$

$$\text{Balance of humus} = \text{Fresh humus forming} / \text{Humus decomposition}.$$

的趋势会进一步增强。1988年粮田每公顷投入有机物8160kg, 其中根茬比例最大, 约50%, 其次为秸秆和粪肥各约占20%。

棉田有机质1985年以前一直为负平衡, 到1988年才为正平衡, 其主要原因是还田有机物中叶及有机肥(沤制麦秸等)的增加。1988年棉田每公顷投入有机物3540kg, 依靠落叶等自身投入不足1/3, 而从棉田以外投入占2/3以上。

1981年以来, 果园有机质一直为正平衡, 成熟果园叶片量大, 如全部返回, 即可维持土壤有机质平衡。

5. 曲庄粮棉生产的资源代价及其生产效率

以投入单位资源产出的产品量表示资源生产效率, 则生产单位产品需要的资源量即是资源代价。曲庄历年产品资源代价及其生产效率见表6。由表6可见, 1981年以来随着产量提高, 单位面积投入量增加, 但水、肥等资源生产效率趋于上升, 生产单位产品的资源消耗量下降。年度间由低产到高产, 每增产100kg粮食(或皮棉)的水、肥等资源代价(资源增投量)有逐渐减少的趋势。即在高产阶段, 投入这些资源可获得更好的效益。在产量提高过程中, 生产单位产品的农田基本建设投资增加, 说明生产条件的改善是水、肥等资源代价降低的基

表 6 曲庄历年粮棉生产资源代价及生产效率

Table 6 Resources cost and its productivity in grain and cotton production in years in qiuzhuang

项目 Items	资源用量 Resources used	资源生产效率 Resources productivity				每生产100kg 粮棉资源投入 Each 100kg of grain or cotton with the input of resources				每增产100kg 粮棉资源增投 Each 100kg of grain or cotton incr- eased with the input increased			
		1978 1981 1985 1988				1978 1981 1985 1988				1978 1981 1985 1988			
		1978	1981	1985	1988	1978	1981	1985	1988	1978	1981	1985	1988
粮 田 Food crop fields	N化肥(kg/hm ²) N fertilizer	96	155	243	336	33.2	25.0	26.3	29.8	3.0	4.0	3.8	3.4
	P ₂ O ₅ 化肥(kg/hm ²) P ₂ O ₅ fertilizer	47	84	102	125	68.7	46.1	62.7	80.0	1.5	2.2	1.6	1.3
	工业能(MJ/hm ²) Industrial energy	17865	23385	35760	52410	314	289	314	335	557	603	557	524
	灌水(m ³ /hm ²) Water irrigated	1800	2250	3150	4350	1.8	1.7	2.0	2.3	56	58	49	43
	农田基建投资(元/hm ²) Farmland investment	162	750	1125	2010	19.7	5.2	4.1	17.6	5	19.4	26	33
棉 田 Cotton fields	N化肥(kg/hm ²) N fertilizer	45	72	106	158	3.8	5.4	5.6	6.5	26.1	18.5	17.8	15.4
	P ₂ O ₅ 化肥(kg/hm ²) P ₂ O ₅ fertilizer	18	33	42	60	9.6	11.8	14.3	20.6	10.4	8.5	7.0	4.9
	工业能(MJ/hm ²) Industrial energy	7035	10995	15390	19590	46	43	67	92	3771	2807	2588	1019
	灌水(m ³ /hm ²) Water irrigated	750	750	1050	1500	0.28	0.50	0.57	0.68	435	200	175	147
	农田基建投资 Farmland investment	48	225	338	603	3.4	1.6	1.6	1.8	30	62	61	64

注：资源生产效率=产量(kg)/资源投入量。历年粮棉产量见表3、4，棉花按皮棉计。

Note: Resource productivity = Yield(kg)/Resource input Grain yield based on table 3, 4. Cotton is ginned cotton.

本保证之一。

二、畜牧业的结构与功能

1. 结构与生产力

曲庄共有畜禽折羊单位2271个，其中役畜占40%，商品畜占60%。曲庄畜牧系统生产结构与生产力水平详见表7。

表 7 曲庄畜牧业产出水平

Table 7 Animal Production Level in Qiuzhuang (1988)

种类 Varieties	肉牛 Cattle	猪 Pig	羊 Sheep	鸡 Chicken	计 Total
出栏头数 number of output	25	110	560	—	—
个体毛重(kg) Each living weight	57.6	125	30	—	—
肉蛋净重(kg) weight of meat and eggs	846	10999	10080	15000	36943
可食动物蛋白质(kg) Edible animal protein	132.2	1336.5	1252.4	1822.7	4543.8
比例(%) Proportion	2.91	29.41	27.56	40.12	100

2. 畜牧系统能量物质的输入与输出

曲庄畜牧系统年消耗饲料能 $123.8 \times 10^9 \text{J}$, 输入畜产品能为 $5.69 \times 10^9 \text{J}$, 饲料能表观转化率为 4.6%。蛋白质表观转化率为 12.6%。曲庄饲料全部来自系统内部, 精料中又主要是玉米, 蛋白质含量低, 质量较差, 因而转化效率较低。

输入到畜牧系统的N素中除有9.74%转化为畜产品外, 40%左右随粪便返回农田, 其它在转化收集过程中损失。输入的P素10.7%转化为畜产品, 80%左右返回农田, 丢失的较少。假设返田的厩肥全部返回粮田, 则平均每公顷施厩肥3.98t, 含N 53kg, P_2O_5 22kg, 占粮田化肥施用量的16%, 显然, 仅仅依靠畜禽转化来维持系统内部的物质循环是远远不够的, 增加物质的外部投入, 是系统发展的必然要求。

三、加工业与商业系统

随着农业的发展和农产品的增加, 农产品加工业的发展成为可能。而在一个农业生产系统中实行种、养、加工三者密切结合, 建立多功能的农工商联合生产系统, 更能有效地发挥这一复合系统的功能。

近年来曲庄先后建立起食用菌厂、罐头厂、纺织厂及主要经营农副产品的商业公司, 这样农产品经加工业又经商业公司销往外地, 部分加工原料、信息则反馈回来, 使曲庄初步形成了农工商一体化, 产供销一条龙的经济骨架。首先, 工商业的发展解决了农村剩余劳动力的出路, 目前从事工商业的劳动力 186 个, 占全村总劳力的32%, 其次, 农副产品在系统内部加工利用, 扩大了系统内部的物质循环。1988年加工鲜果110t(占全村水果总产量的20%), 鲜菇 50t(占菇产量的 50%), 皮棉 75t。第三, 工商业使产品在系统内部增值, 其年产值 177.3 万元, 占全村总产值的 51%, 成为曲庄集体经济的重要支柱。1988 年由集体经济对种植业基建投资10万元, 有力保证了粮棉生产的稳定发展。

四、系统整体功能分析

1. 系统有机物的循环与利用

全系统初级生产总生物量3180t(包括鲜果), 直接返田有机物(根茬、秸秆、落叶、种子等)800t, 返田率25.1%; 系统内食物消耗320t, 占10%; 燃料消耗600t, 占18.9%; 进入畜牧业700t, 占22%; 进入加工业160t, 占5%; 系统产品直接输出610t, 占19.2%(其中粮食输出130t)。收获的初级植物产品经人、畜、加工业返回农田的有机物 290t, 加上直接返田部分, 共计1090t, 平均每公顷耕地5.3t。

2. 系统的能量流动特征

全系统从外部输入工业能 $7303 \times 10^9 \text{J}$, 输出产品能 $6792 \times 10^9 \text{J}$, 即整个系统大约每输入一单位工业能可为社会系统提供 1 单位的产品能。从系统外输入的工业能中, 用于农田占 83%, 加工业占 17%, 畜牧系统无系统外输入工业能。向系统外输出的产品能中, 农田占 78%, 加工业占 15%, 畜牧占 7%。输入与输出的比例有一定的相关性。

3. 系统的养分循环特征

系统年输入工业N素41.629t, 输出产品中氮为 5.54t, 仅占输入氮的 13%。初级产品从

农田带走的氮经动物、人、加工业返回农田N素5.2t, 占总输入N的12%。全系统收支年净盈余氮8.82t, 折合每公顷耕地49kg。土壤氮库保持正常平衡。

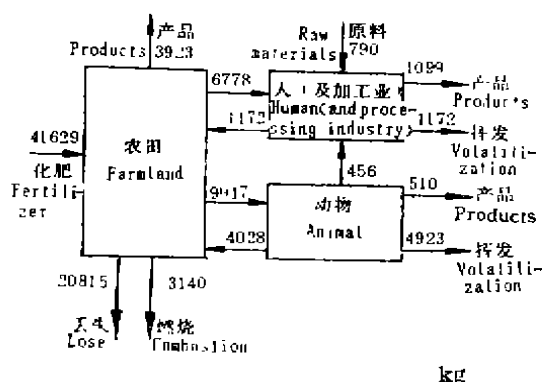


图1 曲庄农业生态系统N素循环模式

Fig.1 N cycling chart in agroecosystem of Qiluzhuang

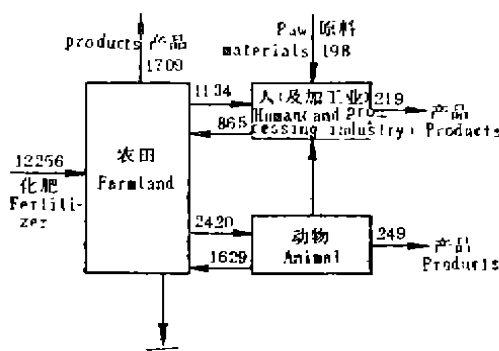


图2 曲庄农业生态系统磷素循环模式

Fig.2 P_2O_5 cycling chart in agroecosystem of Qiluzhuang

系统年输入 P_2O_5 总量为12.26t, 折合每公顷68kg。产品输出 P_2O_5 2.18t, 占总输入的18%。系统中经由人、加工、畜牧系统再度循环(返回农田)的 P_2O_5 为2.49t, 占总输入的20%。全系统年收支盈余 P_2O_5 10.08t, 折合每公顷农田56kg。从总体上看, 农田的磷素亦在逐渐富集, 这将使本区严重缺磷状况逐步改善。

4. 系统资金流动特征

曲庄种植业产值构成中, 棉果产值为90万元, 占60%, 成为第一性生产的重要部门。种植业与工商业产值大体相当。牧业产值所占比例很小, 为全村的5%。集体收入为个人收入的2倍。集体资金分配构成中, 农民分配102万元, 占47%。村镇建设26万元, 占12%, 农田基建投资10.6万元, 工商业再投资112.1万元, 占52%, 上缴农业税金和社员提留20.7万元, 占10%。由此看出, 集体经济在系统资金流动中起主导作用。农民收入有53%来自集体分配, 集体经济使农田基本建设投资有了保障。由集体为农民代交农业税和提留, 缓解了国家、集体、农民之间的矛盾, 显示了集体经济的优越性。

5. 曲庄农业生态系统整体功能的改善

将曲庄农业生态系统若干指标变化列于表8。从总体上看, 其1980年到1988年, 随投入

表8 曲庄农业生态系统若干指标变化一览表

Table 8 Change of some indices of agroecosystem in Qiluzhuang

项目 Item	1980年	1985年	1988年
粮食(kg) Grain	324244	544500	744500
皮棉(kg) Ginned cotton	20210	57120	84240
水果(鲜)(kg) Fruits	151450	421400	516240
肉蛋(鲜)(kg) Meat and eggs	17600	32600	39976
罐头(瓶) Can	—	124000	300000
蘑菇(鲜)(kg) Mushroom	—	—	49000
种植产值(元) Productive value of plantsystem	529100	1058700	1559000
全村产值(元) Productive value of whole village	962100	2084600	3413000

续表 8

目项 Item		1980年	1985年	1988年
化肥(kg) Fertilizer input		38907	47920	54944
农田工业能投入 10^9J Farmland industrial energy input		3499	6062	5904
农田耗水总量($\times 10^4\text{m}^3$) Farmland water consumption		188	162	164
种植业生产投资(元) Investment in plantsystem		202000	308000	359000
每公斤化肥生产 Products with each kg of fertilizer input	粮食(kg) Grain	8.30	11.36	13.5
	皮棉(kg) Ginned cotton	0.54	1.19	1.53
	水果(kg) Fruits	3.89	6.67	9.6
	种植业产值(元) Productive value of planting	13.60	22.06	28.37
每MJ工业能生产 Products with each MJ of industrial energy input	粮食(kg) Grain	143	168	221
	皮棉(kg) Ginned cotton	9	20	251
	水果(kg) Fruits	67	111	156
	种植业产值(元) Productive value of planting	265	367	463
每方水生产 Products with each m^3 of water consumed	粮食(kg) Grain	0.172	0.358	0.453
	皮棉(kg) Ginned cotton	0.01	0.04	0.05
	水果(kg) Fruits	0.08	0.28	0.32
	种植业产值(元) Productive value of planting	0.28	0.69	0.95
种植业资金产投比(元/元) Output/input of investment in plantsystem		2.61	3.45	4.34
每劳力年产值(元) Annual productive value each labor		1857	3702	5930
人均收入(元) Income per capitation		182	560	1200

的增加和生产力水平的提高, 其系统资源效率逐渐提高。

五、结论与讨论

1. 生产结构调整是系统发展的必然要求, 在人均 $2 \times 667\text{m}^2$ — $3 \times 667\text{m}^2$ 耕地又严重缺水的黑龙港地区, 适当压缩粮田面积, 增加棉花、果树面积, 可部分缓解水、肥等资源紧缺的矛盾, 促进粮棉的集约高产。农村工商业的发展, 对系统生产力的提高提供了资金上的保证, 同时也是农民致富的一条重要途径。

2. 曲庄已初步形成一个适应本地资源特点的优化农业生态模式。种植结构适应本区水土资源特点, 实现了农田的高产高效; 种养加、农工商协调发展的产业结构, 基本解决了“钱来, 人去”的问题; 以集体经济为主, 集体、个人双层经营的模式, 实现了农村经济的良性循环。

3. 在农业现代化进程中, 通过增加投入, 优化组合, 在生产力提高过程中, 其资源生产效率可获同步提高。说明在目前的生产格局和技术条件下, 增加投入仍有较大的增产潜力, 同时也为在高产条件下优化投入可获得更好的效益提供了依据。当然, 现阶段投入要素组合情况下的高产高效, 只是说明在技术进步的前提下, 增加投入会有较好的资源生产效率, 盲目增加投入的后果则使效率下降。

4. 在系统发展与演变过程中, 土壤中有机质的积累和养分盈余逐渐增加, 这似乎说明现阶段的常规农业措施本身具有培肥土壤的生态效应, 但投入的无机化倾向尚需作出进一步的生态学评价。该试点研究只有 10a 时间, 对了解一个生态系统的发展变化仍然嫌短, 对资

源环境的监测也显得不够, 建议设立我国农村长期生态试验监测点, 以对其长期发展演变的趋势作出定量的估计。

参 考 文 献

- [1] 韩纯儒、刘铁斌、程 序, 畜牧业在农业生态系统中的地位—冀店畜牧业的系统分析, 生态学报 1988, 8(4): 311—318。
- [2] 郭俊尧、袁从祚, 张庄村农牧渔复合生态系统功能, 生态学报 1987, 7(1): 12—20。
- [3] 王维敏等, 黄淮海地区农田土壤有机质平衡的研究, 中国农业科学 1988, 21(1): 19—26。
- [4] 孙云蔚、王永惠, 《果园土壤管理》, 上海科学技术出版社, 1982, 69—98。
- [5] 刘翼浩, 能量投入产出研究在农业上的应用, 农业现代化研究 1984, (4): 15—20。

A STUDY ON DEVELOPMENT MODEL OF AN TYPICAL AGROECOSYSTEM IN HEILONGGANG REGION

Liu Tie-Bin Qi Cheng-Xi Han Chun-Ru
(Beijing Agricultural University, 100094)

Based on Qiuzhuang village, the changes in flow path and efficiency of energy, matter and founding were analysed in the process of productivity increase and structure change of agroecosystem, to reveal the basic laws of agroecosystem evolution in this region. The results showed that Qiuzhuang has formed a preliminary agroecosystem model adapted to local resources. The adjustment of production structure was the inevitable requirement for system development and the adjusted structure could promote a large scale increase in system productivity. By increasing material input and optimizing technology, both of system productivity and resources effectiveness of production could increase simultaneously. This provided an basis for getting better benefit by increasing input under the high production conditions.

Key words: Agroecosystem, model.