

黄土丘陵区农业生态系统产业结构 与功能变化的分析和评价*

翟 胜^{1,2}, 梁银丽¹, 王巨媛³

(1 中国科学院 教育部 水土保持与生态环境研究中心, 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

2 聊城大学 环境与规划学院, 山东 聊城 252059; 3 聊城大学 农学院, 山东 聊城 252059)

[摘 要] 以延安市宝塔区河庄坪镇为研究对象, 对农业生态系统生产力、产业结构及效益进行了动态分析, 结果表明: 1996~2003年, 该镇农业生态系统产品生产力、经济生产力均有不同程度的提高, 人均产菜增长了近4.46倍, 粮食与蔬菜单位面积产值分别增加了近2.7倍与1.09倍, 人均纯收入增长了45.7%, 达1 820.9元; 种植业纯收入及其组分优势度呈升高趋势, 而种植业效益却呈降低趋势; 养殖业基础比较薄弱, 效益低下, 虽目前表现入不敷出, 但因其日益受到重视, 将逐渐成为继种植业后的第二大经济收入来源; 果业纯收入与其组分优势度稳中有降, 而果业效益在逐年提高; 工副业纯收入、组分优势度及效益均呈下降趋势, 并在2002年出现波谷。就农业生态系统整体而言, 系统总体优势度呈上升趋势, 系统稳定性指数在波动中下降, 表明系统结构趋于不合理, 稳定性较差, 需加大对农业产业结构的调整力度。

[关键词] 黄土丘陵区; 农业生态系统; 产业结构分析; 效益评价

[中图分类号] F321; F301.24

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)09-0068-05

农业生态系统是人为控制和管理下的生态系统, 其不同于自然生态系统^[1]。在农业生态系统中, 人类通过调节系统结构, 提高系统综合生产力, 来满足人类的需求。系统结构的好坏直接决定了系统功能能否充分发挥, 一个合理的农业生态系统结构, 不仅使系统本身具有良好的生态环境, 合理的初级生产和次级生产比例, 而且使农业生态系统具有持久稳定的经济效益^[2]。然而, 因人类认识水平、科技水平及经济发展水平等的限制, 农业生态系统结构调整往往带有盲目性和不合理性。这种盲目性与不合理性不仅造成资源浪费、生态环境破坏及经济效益降低, 也使系统自我维持能力下降, 导致整个农业生态系统陷入不可持续的发展境地^[3~4]。为了使农业生态系统的生产能更好地满足人类的需要并维持生态平衡, 持续稳定的经济效益与合理的农业产业结构就显得尤为重要^[5]。目前, 尚无关于农业生态系统评价指标与评价方法的统一标准, 系统结构合理与否、功能强弱的判断也因人而异^[6~10], 如李全胜等^[6]提出了可持续发展度的概念, 并对农业生态系统进

行了分析; 李慧敏等^[9]、贾海燕等^[10]采用周纪纶提出的生产优势度和系统稳定性指数, 对农业生态系统结构的合理性进行了定量评价。为了能准确地描述农业生态系统产业结构的合理性, 并从时间序列上反映农业产业结构的动态变化趋势, 本研究立足于黄土高原丘陵沟壑区, 以延安市宝塔区河庄坪镇的农业生态系统为对象, 采用周纪纶^[11]提出的综合分析方法, 同时考虑到当地农业生产力和生产效益低下的现状, 选取生产力及产投比对该农业生态系统产业结构和功能进行了综合分析, 以期当地农业可持续发展 and 生态恢复建设提供科学依据。

1 河庄坪镇土地利用概况

河庄坪镇位于延安市宝塔区, 是非灌区农业镇, 属于典型的川道地区, 气候比较干旱, 无霜期较长, 全镇有农户902户, 劳力2 000人, 土地面积为3 306.87 hm²。人均土地0.838 hm², 自实施退耕还林还草与农业产业结构调整后, 特别是本世纪以来, 土地利用比例发生了明显变化(表1, 2)。

* [收稿日期] 2004-09-06

[基金项目] 中国科学院知识创新项目(KZCX1-06-02-01); 国家“863”高技术研究发展项目(2002AA 6Z3211); 国家科技攻关项目(2001BA 508B 17)

[作者简介] 翟 胜(1974-), 男, 内蒙古呼和浩特市人, 在读博士, 主要从事农业生态系统生产力与可持续发展研究。
E-mail: zhaisheng749402@163.com

表 1 河庄坪镇 2001~ 2003 年土地利用类型及其所占比例

Table 1 Types and proportion of land utilization in Hezhuangping town in 2001- 2003								%
年份 Year	林地 Wood land	耕地 Crop land	草地 Grass land	园地 Orchard land	村庄及工矿 V illage & m ine	交通 T raffic	水域 Hydrospace	
2001	15 93	30 93	43 65	3 75	4 80	0 40	0 54	
2002	27 74	18 43	43 44	4 11	5 26	0 43	0 59	
2003	34 41	16 83	39 30	3 76	4 77	0 40	0 53	

表 2 河庄坪镇 2001~ 2003 年种植业用地比例

Table 2 Crop land utilization proportion of Hezhuangping town in 2001- 2003							%
年份 Year	粮食 Grain	蔬菜 V egetable	设施蔬菜 Greenhouse vegetable	经济作物 Econom ic crop	西瓜 W ater melon		
2001	95 05	6 57	5 20	1 06	2 12		
2002	70 97	14 48	10 63	2 20	1 72		
2003	70 66	14 63	10 74	2 23	1 74		

注: 蔬菜用地包括设施蔬菜。
Note: Vegetable includes greenhouse vegetable

至 2003 年, 与 2001 年相比, 林地面积增长了 1.16 倍多, 占总土地面积的 34.41%; 耕地比例由 2001 年的 30.93% 降到 2003 年的 16.83%, 草地、园地及其他用地比例相对稳定。在种植业中, 粮食用地比例逐年减小, 由 2001 年的 85.05% 降为 2003 年的 70.66%, 蔬菜用地比例明显增加, 主要表现为温室大棚蔬菜用地的增加, 从 2001~ 2003 年, 蔬菜种植用地比例翻了一番。另外, 调查发现养殖业中作为农耕、农运的黄牛和驴饲养量明显减少, 农业生产的机械化程度不断提高; 奶牛饲养规模迅速扩大, 并逐渐成为养殖业收入的主要来源。经过多年产业结构调整, 种植业、养殖业、果业、工副业比例由 1996 年的 25.03:1:2.23:5.9 调整为 2003 年 15.4:1.63:1:1.07, 初步形成以传统种植、温棚蔬菜、奶牛养殖为主, 果品、工副业等为辅的农业结构布局。

2 系统生产力评价

生产力是农业生态系统的本质特征, 长期以来一直是农业生态学和生态经济学等学科的一个重要研究领域, 也是可持续农业研究的核心问题, 与自然生态系统相比, 由于农业结构、功能的异常复杂以及其在时间、空间上的动态变化, 使农业生态系统生产力的测度变得相当复杂。因此, 不同研究者对农业生态系统生产力的定义不同^[12~14]。卢进登等^[15]认为, 农业生态系统生产力包括生物生产力和经济生产力两部分, 其中生物生产力是系统生产力形成的基础, 是生态系统初级生产力和次级生产力两部分所形成的经济产品能量之和, 而经济生产力可以用平均每个劳动力所创造的净产值或经济收入来表示。本文立足于河庄坪镇农业生态系统, 对农田亚系统生产

力进行如下分析。

2.1 产品生产力

产品生产力是从物质的角度来描述系统内各产业生产某种产品的能力, 但因产业不同而含义各异。对种植业而言, 常用粮食单产、人均产粮等表示^[16]。由图 1 可见, 1996~ 2003 年, 河庄坪镇在粮食种植面积逐年减少的情况下, 农田生产力却呈上升趋势, 粮食单产、人均产粮稳中有升, 并于 2002 年实现人均产粮 320.2 kg 和粮食单产 3 213 kg/hm² 的高峰, 保证了当地粮食的自给。人均产菜由 1996 年的 33.38 kg 增长到 2003 年 182.11 kg, 增长了近 4.46 倍。蔬菜栽培作为该镇种植业的后起之秀, 显示出较强的增产潜力。

2.2 经济生产力

经济生产力是从价格角度以货币形式反映农业生态系统中各产业的生产能力, 常用单位面积产值、人均产值、人均纯收入等表示^[16]。由图 2 可知, 粮食单位面积产值呈缓慢增长的趋势, 由 1996 年 774.8 元/hm² 增长到 2003 年 2 866.1 元/hm², 增长了近 2.7 倍; 经济作物单位面积产值总体上呈下降趋势, 由 1996 年的 5 900 元/hm² 下降到 2003 年的 4 198.5 元/hm²; 蔬菜单位面积产值呈快速增长趋势, 至 2003 年, 蔬菜单位面积产值达 24 050 元/hm², 比基础年 1996 年增收了 1.09 倍多; 西瓜单位面积产值总体上呈降低趋势, 由 1996 年 17 480.6 元/hm² 降为 2003 年 15 160.7 元/hm²; 全镇人均纯收入由 1996 年的 1 318 元增长到 2003 年的 1 820.9 元, 增长了 45.7%。以上分析表明, 河庄坪镇退耕还林与农业产业结构调整已初见成效, 基本实现了粮食增产和农民增收。

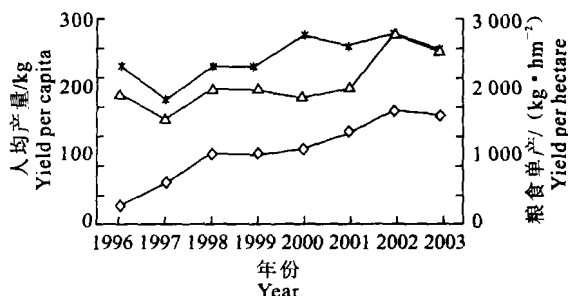


图 1 产品生产力动态变化

- * - . 人均产粮 - ◇ - . 人均产菜 - △ - . 粮食单产

Fig 1 Dynamic changes of product productivity

- * - . Grain yield per capita; - ◇ - . Vegetable yield per capita;
- △ - . Grain yield per hectare

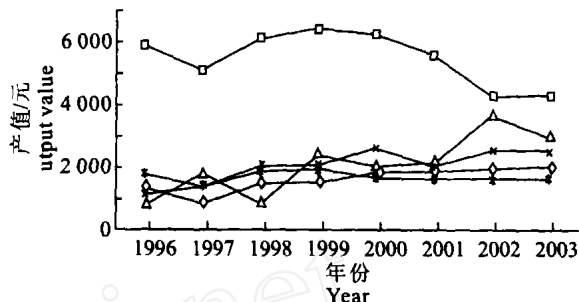


图 2 经济生产力动态变化

- ◇ - . 人均纯收入; - □ - . 经济作物单位面积产值;

- △ - . 粮食单位面积产值; - × - . 蔬菜单位面积产值;

- * - . 西瓜单位面积产值

Fig 2 Dynamic changes of economic productivity

- ◇ - . Net income per capita; - □ - . Economic crops' output value per hectare; - △ - . Grains' output value per hectare;

- × - . Vegetables' output value 1/10 hectare;

- * - . Watermelons' output value 1/10 hectare

3 系统产业结构分析

河庄坪镇农业生态系统包括种植业、果业、养殖业及工副业 4 部分, 其中种植业在整个农业生态系统中占主导地位, 其次是工副业、果业与养殖业。

3.1 组分优势度

组分优势度表示生产结构中各组分的相对重要性。计算公式为:

$$P_{ij} = X_{ij}/X_j \quad (1)$$

式中, X_{ij} 为组分 i 在 j 时刻的纯收入; X_j 为生产结构中所有组分在 j 时刻的总纯收入; P_{ij} 为第 i 个组分在时间 j 的优势度。

3.2 总体优势度

总体优势度反映的是产业结构中各产业的优势差异情况, 即系统内部随结构单元的增加, 各次级系统的差距。计算公式为:

$$C = \sum (X_{ij}/X_j)^2 \quad (2)$$

式中, X_{ij} 为各产业在 j 时刻的纯收入; X_j 为系统在 j 时刻的纯收入; C 为总体优势度。 C 越小, 说明系统结构越趋于平衡、合理。

由图 3 可见, 在河庄坪农业生态系统中, 种植业占据主导地位, 平均优势度达 0.763 5, 变幅为 0.730 3~0.825 4; 其次依次为工副业(0.121 8)、果业(0.062 32)和养殖业(0.047 45)。从各组分优势度动态变化看, 种植业的主导地位呈增强趋势, 但增势缓慢。养殖业组分优势度虽然很低, 但呈逐年增长之势, 特别是 2002 年以来, 其优势明显超过果业和

工副业, 逐渐成为第二大优势产业, 但发展速度较为缓慢。

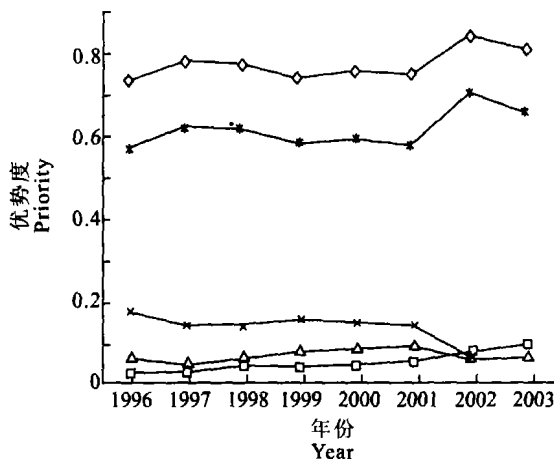


图 3 农业生态系统组分优势度动态变化

- ◇ - . 种植业; - □ - . 养殖业; - △ - . 果业;

- × - . 工副业; - * - . 农业

Fig 3 Dynamic changes of composition priority degree

- ◇ - . Crop cultivation; - □ - . Aquaculture; - △ - . Fruit farming;

- × - . Industry and sideline; - * - . Agriculture

由图 3 还可以看出, 1996~2001 年, 果业优势逐年增强, 2001 年以后, 果业优势受到限制, 表现为发展的颓势。工副业优势度自 1996 年逐年降低, 至 2003 年其优势度低于养殖业。系统总体优势度平均为 0.607, 呈增长趋势, 说明河庄坪镇农业生态系统结构趋于不合理, 表现为种植业比重过大, 而且有进一步扩大的趋势, 而养殖业、果业及工副业所占份额过小, 发展速度缓慢。

4 系统效益评价

农业生态系统的效益常用价值产投比来衡量。价值产投比是指各种产品在生产过程中所发生的资金消耗与产品产值之间的关系,用以衡量资金的利用效果^[17]。价值产投比指标的计算公式为:

$$b = X_{ij}/Y_{ij}; B = \sum X_{ij}/\sum Y_{ij} \quad (3)$$

式中, X_{ij} 为组分 i 在 j 时刻的纯收入; Y_{ij} 为组分 i 在 j 时刻的总费用; b 为组分产投比; B 为系统总体产投比。价值产投比越高,说明产业对资金的利用效率越高,即在投入相同的情况下,能产出更多的产品,创造出更多的价值;反之,则说明产业对资金利用的效率较低。

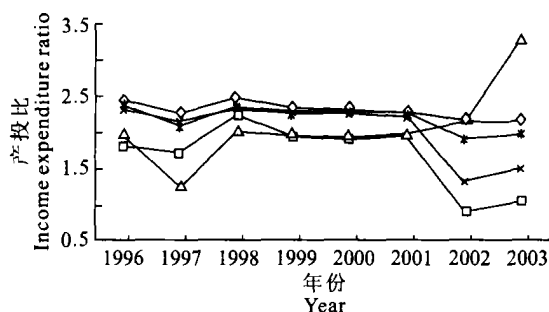


图4 农业生态系统效益动态变化

- ◇ - . 种植业; - □ - . 养殖业; - △ - . 果业;
- × - . 工副业; - * - . 农业

Fig. 4 Dynamic changes of income-expenditure ratio

- ◇ - . Crop cultivation; - □ - . Aquaculture; - △ - . Fruit farming;
- × - . Industry and sideline; - * - . Agriculture

由图4可知,在调查年度内,河庄坪镇各产业的平均效益按照种植业、果业、工副业、养殖业顺序依次递减,其中种植业产投比为2.237,养殖业为1.636。种植业、养殖业、工副业效益呈现相似的变化趋势,即在总趋势走低的背景下,于1997,2002年出现了2次波谷,而且养殖业在2002年出现入不敷出现象;果业效益在1997~2002年稳中有降,但在2003年其产投比出现3.186的高效益。从农业生态系统整体看,河庄坪镇农业生态系统平均总体产投比为2.128,总效益呈现平稳降低的趋势,表明河庄坪镇农业生态系统存在着依靠大量投入来换取较高产出的现象,生产效益相对低下。

5 系统稳定性评价

系统稳定性对农业生态系统系统功能的正常发挥及其效益的稳步提高具有非常重要的作用,其同时也是系统可持续性评价的重要指标^[11]。为此,通

过对系统稳定性指数的计算,可分析出整个系统抵御外力冲击的能力,即其稳定性的强弱。计算公式为:

$$e = - \sum (P_{ij} \ln P_{ij}) \quad (4)$$

式中, P_{ij} 为 i 组分在时间 j 的组分优势度; e 为系统稳定性指数。当 e 值增大时,系统稳定性增强,抵御外力冲击的能力提高;反之,则表示系统的稳定性差,抵御外力的能力降低,系统变得脆弱。

由图5可见,1996~2003年,农业生态系统稳定性总体呈下降趋势,表明该系统抵御外力冲击的能力降低,说明在退耕还林还草和农业结构调整过程中,河庄坪镇农业产业结构正在发生巨大变化,农业生态系统的物质流、能量流连接网络不发达,系统的自控、调节、反馈作用较差,自稳定能力低。由图5又可看出,2002~2003年系统稳定性又呈上升趋势,说明该系统的稳定性有所好转,但仍需加强系统内部各部门之间的物质和能量的循环利用。

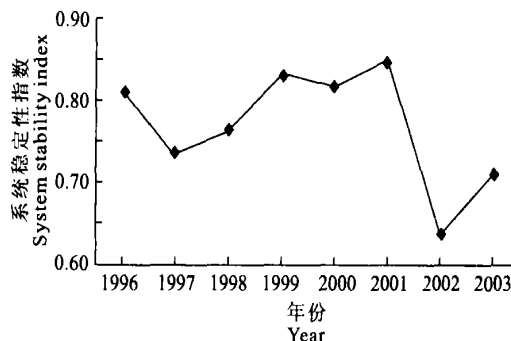


图5 系统稳定性动态变化

Fig. 5 Dynamic changes of system stability index

6 结论与讨论

综上所述,河庄坪镇农业生态系统产品生产力 and 经济生产力均有不同程度的提高,基本实现了农业增产和农民增收;系统总体优势度较高且呈增长趋势,但在调查年度内系统总体效益和系统稳定性有降低趋势。

(1) 种植业是该系统的主导产业,在整个农业生态系统中占绝对优势。在退耕还林还草和农业产业结构调整政策的指引下,人均耕地、人均粮田面积逐年减少,而人均菜田、人均林草地面积逐年增加,产品(粮食、蔬菜)生产力和经济生产力总体呈上升趋势。但由于对种植业投入过高,使种植业效益逐年降低。为此,在确保粮食安全的前提下,河庄坪镇农业发展应继续推行退耕还林还草政策,压缩种植业在

农业生态系统中的比重,将退下来的耕地用于种植经济林木、果树以及草场,既可保持水土,减少土壤侵蚀,恢复生态环境,又能增加农民收入,达到生态效益和经济效益并举。在种植业内部,加大科技投入,实行压粮扩经、改良种菜,扩大经济作物尤其是设施蔬菜的种植面积,合理安排种植结构,发展节水型生态农业。

(2) 养殖业组分优势度在调查年度内呈逐年增长趋势,并于 2002 年超过了工副业和果业,表明养殖业逐渐受到重视,成为河庄坪镇农业发展的重点。但由于起点低、发展慢,其组分优势度仍很低,但发展空间很大。从养殖业效益来看,养殖业产投比在波动中降低,表明发展养殖业存在较大风险,专业科技人员缺乏,存在盲目增加投入的趋势,再加上对畜产品市场前景缺乏科学预测,致使养殖业效益逐年走低,甚至出现亏本。为此,在退耕还林还草的同时,加大养殖业结构调整力度,加大资金和科技投入比例,

选择适宜的畜禽种类,大力发展圈舍规模养殖,最终真正实现种草养殖、粪便还田的良性循环。

(3) 果业在整个系统中所占比重较低,虽稍高于养殖业,但生产效益逐年降低。2002 年组分优势度在系统中最小,但效益却远高于其他各业,效益波动较大。为此,应充分利用当地光热资源优势,大力发展生态经济型林果业,改造低产果园,引进名优品种和先进的种植管理技术,按照适地适种的原则,发展果树设施栽培,树立当地水果品牌,使果业比重和效益进一步得到提高。

(4) 工副业组分优势度在 1996~2001 年高于养殖业和果业,但逐年降低,工副业效益也呈逐年走低之势,2002 年以后趋势更为明显,平均效益略高于养殖业。因此,应在鼓励剩余劳动力外出打工的同时,考虑发展蔬菜、果品及畜禽产品精深加工业,就地解决闲散劳动力,提高工副业的收入和效益。

[参考文献]

- [1] M irkin B M , Suyundukov Y T , Khaziakhmetov R M . M anagement of an agroecosystem [J] . Russian Journal of Ecology , 2002 , 33 (2): 92- 96
- [2] 王留芳. 农业生态学[M] . 西安: 陕西科技出版社, 1994
- [3] Sivakumar M V K , V alentin C . A groecological zones and the assessment of crop production potential[J] . Philosophical Transactions: Biological Sciences , 1997 , 352(1356): 907- 916
- [4] L iebig M A , V arvel G , Doran J . A simple performance-based index for assessing multiple agroecosystem functions[J] . Agronomy Journal , 2001 , 93(2): 313- 318
- [5] George H R , Campbell C L , Fiscus D A , et al . Conceptual model and indicators for assessing the ecological condition of agricultural lands [J] . Journal of Environmental Quality , 2000 , 29(3): 728- 737
- [6] 李全胜, 叶旭君. 农业生态系统可持续发展趋势度的评价方法研究[J] . 生态学报, 2001 , 21(5): 695- 700
- [7] 肖风劲, 欧阳华. 生态系统健康及其评价指标和方法[J] . 自然资源学报, 2002 , 17(2): 203- 209
- [8] 傅伯杰, 刘世梁, 马克明. 生态系统综合评价的内容与方法[J] . 生态学报, 2001 , 21(11): 1885- 1892
- [9] 李慧敏, 王华仁. 农业生态系统生态结构评价[J] . 农村生态环境, 1991 , (1): 26- 28
- [10] 贾海燕, 刘国彬, 王继军. 黄土丘陵区农业生态系统产业结构分析[J] . 西北植物学报, 2003 , 23(8): 1447- 1451
- [11] 周纪伦. 复合农业生态系统分析综合方法研究[J] . 农村生态环境, 1986 , (3): 52- 55
- [12] 曾本祥. 农业生态经济系统生产力评价指标体系研究[J] . 应用生态学报, 1991 , 2(2): 108- 112
- [13] 高旺盛. 北方农牧交错带农业系统生产力研究方法分析[J] . 农业系统科学与综合研究, 2002 , 18(4): 279- 282
- [14] 程 序. 农牧交错带研究中现代生态学前沿问题[J] . 资源科学, 1998 , 21(5): 1- 8
- [15] 卢进登, 韩纯儒. 农业系统生产力的量化及其现状分析[J] . 生态学杂志, 1993 , 12(2): 21- 22
- [16] 梁银丽, 党廷辉, 张成娥. 黄土区农田生态系统生产力研究[M] . 西安: 陕西科学技术出版社, 2000
- [17] 卞有生. 留民营生态农业系统[M] . 北京: 中国环境科学出版社, 1988

(下转第 76 页)

- [7] 李浩明, 高 蓝, 刘玉申. 葡萄红色素的提取与性质研究[J]. 精细化工, 1995, 12(5): 30- 32
- [8] 周立国. 食品天然色素及其提取应用[M]. 山东济南: 山东科学技术出版社, 1993. 111
- [9] 韩雅珊. 食品化学[M]. 第 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1998. 181- 184, 263- 265
- [10] 任玉林, 李 华, 邴贵德, 等. 天然食用色素——花色苷[J]. 食品科学, 1995, 16(7): 22- 27

Study on the property of red grape red pigment

HE L ing, TANG Ai-jun, HONG Feng

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The stability of red grape red pigment which was extracted under 45 °C, pH 3- 4 with 95% alcohol was researched. The results show that the pigment can not tolerate high temperature and the pigment solution remains stable at pH < 4. Sucrose and fructose can protect its color while glucose has little effect. Vitamin C has dual effect, and C₆H₅-COONa shows marked degradation effect on the pigment.

Key words: red grape; red pigment; property

(上接第 72 页)

Abstract ID: 1671-9387(2005)09-0068-EA

Analysis and assessment for industrial structure and function variation of the agroecosystem in the Hilly and Gully Region of Loess Plateau

ZHA I Sheng^{1,2}, LIANG Y in-li¹, WANG Ju-yuan³

(1 Research Center of Soil and Water Conservation and Ecological Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Education, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 College of Environment and Programming, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059, China;

3 Agricultural College of Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059, China)

Abstract: The industrial structure, function and benefit of agroecosystem in Hezhuangping town, Yan'an city were analyzed and evaluated in this paper. Results showed that from 1996 to 2003, the product productivity and economic productivity both went up in different degrees. For example, yield of vegetable per capita increased by 4.46 times. Output values of grains and vegetables were enhanced by 2.7 and 1.09 times respectively. Net income per capita increased 45.7%, reaching 1 820.9 yuan. Net income and composition priority of crop cultivation were liable to ascend, but its benefit was inclined to descend. The starting point and efficiency of aquaculture were low, and input was more than output at present, however, it was emphasized gradually, and would become the second biggest income source next to crop cultivation. The net income and composition priority of fruit farming fell down slowly, yet its benefit went up year by year. The net income, composition priority and income-expenditure ratio of industry & sideline came down, and the lowest trough happened in 2002. From the view of whole agro-ecosystem, system total priority grew higher and higher, system stability index fell down in fluctuation, which meant the agro-ecosystem construction was not in good balance and system stability was poor. The agro-ecosystem needs more modification.

Key words: hilly and gully region; agroecosystem; industrial structure analysis; benefit assessment