

01-54

173  
F326.13

# 栾城县种植业结构演替的功能效应分析

胡春胜 曾江海

(中国科学院石家庄农业现代化研究所 石家庄 050021)

**摘要** 分析了河北省栾城县40年种植业结构演替特征及其功能效应,结果表明,以产量为主目标的结构演替能较充分发挥光、热生产潜力,但环境压力相应增加,营养平衡不协调及结构稳定性下降等。改善种植业系统的持久度,应开拓新的生态位,加强第一性生产力的多级转化利用,并以资源高效利用为目标进行结构调整。

**关键词** 种植业 结构演替 太行山前平原

**Analysis on structure succession of farmland ecosystems and its function change in Luancheng County.** Hu Chunsheng, Zeng Jianghai (Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Shijiazhuang 050021), *EAR*, 1998, 6(2), 51~54.

**Abstract** The structure succession of farmland ecosystems and its function change in the last 40 years in Luancheng County were analysed. The results show that the structure succession along the main objective of yield can bring the light and energy potential into full play, meanwhile, lead the increase of stress on resources and environment, and decline the structure stability and nutrition balance structure. To improve the sustainability of farmland ecosystem, new ecological niche should be expanded to strengthen the multiple transformation of primary productive forces, and the structure should be adjusted to increase the overall efficiency of resources use.

**Key words** Farmland ecosystem, Structure succession, Taihang Piedmont

## 1 栾城县种植业结构演替特征

栾城县种植业结构演替是以粮食产量为主目标的定向调整过程,粮食作物土地利用比重较大。由图1可知,栾城县粮食作物种植面积持续上升;经济作物呈下降趋势,80年代中期棉花种植南移,种植面积多为粮食作物代替;蔬菜种植面积有所发展,果树种植面积90年代后期仅800~1000hm<sup>2</sup>。因此,重点发展粮食作物是栾城县种植业主要特征之一。

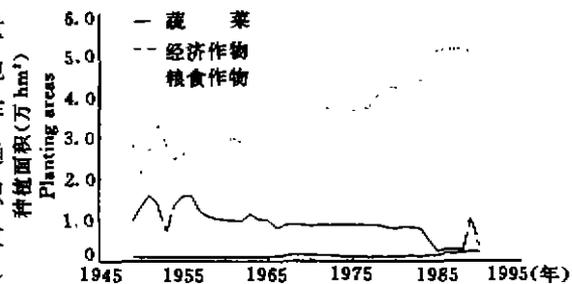


图1 栾城县种植业结构演变过程

Fig. 1 Changes of planting structure

种植业结构演替是自然环境、技术经济交互作用协同调节的过程。60年代前期栾城县作物以抗旱、抗逆、耐瘠的小麦、谷子、薯类和豆类为主体;60年代中期是作物结构重大变化转折期;60年代后期发展以作物适应环境,以薯争粮的种植格局。70年代以后栾城县灌溉已基本达到6.7hm<sup>2</sup>田1口井,年浇水6~7次,N肥开始施用,水肥条件改善,促进以玉米为主的高产耐水肥作物迅速发展,奠定了栾城县小麦-玉米主体种植结构,充分发挥了光热资源优势,生产力大幅度提高,但过度依赖水肥。

## 2 种植业结构演替的结构效应

结构效应是指在不增加投入和生产要素数量及其生物效率不变的情况下,通过调整产业结构与匹配生产要素增加产出绝对量。作物结构演变过程是不断实施人工调整的过程。对一定量土地面积、定量生产要素采用不同种植模式和生产要素匹配方式可产生不同结构效应。根据卡尔多准则,在一定量投入用于若干种生产时,实现结构效应最优化的条件式为:

$$\frac{dx_1}{dL} = \frac{dx_2}{dL} = \frac{dx_3}{dL} = \dots = \frac{dx_n}{dL} \quad (1)$$

或

$$MR_1 = MR_2 = MR_3 = \dots = MR_n \quad (2)$$

即为实现最佳产出结构,某一定投入在各种生产中的边际生产率应该相等。以下式判别栾城县40年种植业结构演替效应:

$$SEV = \left( \frac{\sum F_1 Q_1}{\sum Q_1} - \frac{\sum F_0 Q_0}{\sum Q_0} \right) \sum Q_1 \quad (3)$$

$$RSE = \frac{SEV}{\sum F_1 Q_1 - \sum F_0 Q_0} \times 100\% \quad (4)$$

表 1 栾城县 40 年粮食作物结构调整的结构效应

Tab. 1 Structural effect of adjustment of grain crop structure for 40 years in Luancheng County

年份 Year	总增产量(t) Yield increase	结构效应(t) Structural effect	相对结构效应(%) Relative Structural effect
1949~1952	13811.1	1436.4	10.40
1952~1957	-1952.3	-4898.4	250.90
1957~1962	-10911.4	3491.7	-32.00
1962~1965	19077.2	-2284.3	-11.92
1965~1970	30328.9	603.7	2.04
1970~1978	70280.7	551.8	0.79
1978~1984	46742.0	4222.4	9.03
1984~1990	55906.3	3107.4	5.56

表 2 粮食总产量与作物结构的关联度

Tab. 2 Correlation between total crop yield and farmland structure

年份 Year	小麦 Wheat	玉米 Corn	薯类 Yam	高粱 Sorghum	谷子 Millet
1949~1959	0.7895	0.8457	0.9094	0.8819	0.9057
1960~1974	0.7247	0.9006	0.8065	0.8101	0.8842
1975~1990	0.9552	0.9647	0.8026	0.6219	0.9043

式中,SEV为结构效应,RSE为相对结构效应, $F_0$ 为基期各种作物单产水平, $F_1$ 为报告期各种作物单产水平, $Q_0$ 为基期各种作物播种面积, $Q_1$ 为报告期各种作物播种面积。表1表明,70年代以后,产量结构效应为正效应且呈递增,结构调整大致按照以产量为目标的调控对策实施。

不同时期粮食总产量与作物结构关联度分析结果(见表2)表明,60年代中期以前粮食总产量与小麦、薯类、谷子的关联度较大,而70年代以后与小麦-玉米的关联度较大,因此,50~60年代作物结构负效应是因缩小薯类面积、扩大玉米面积所致。70年代

以后作物结构调整是以不断扩大小麦、玉米面积加以实施,并通过小麦、玉米优良品种更新而对产量产生正效应。

### 3 种植业结构演替与营养平衡

作物营养平衡在食物上主要反映为蛋白质与热量平衡,在养分循环上反映为C与N平衡。作物营养平衡是否合理直接关系到人们食物营养平衡、畜禽饲料营养平衡及饲料转化效率。营养平衡是判别作物结构是否合理的重要依据之一。由图2可知,栾城县40年粮食N含量呈上升趋势,由1.60%增至1.96%。大豆和薯类产量比重下降。扩大小麦种植面积使粮食N含量整体水平提高,人们直接食用的植物蛋白结构有所改善。作物主产品N含量呈下降趋势,说明高N与低N作物结构比例有所下降。高C与高N作物产量比(见图3)表明,栾城县60年高N作物总产量上升,但比重下降。70年代中期高C与高N作物产量比最高。高N作物产量下降导致作物系统饲料蛋白质匮乏。据1986年栾城县16乡饲料蛋白质含量普查资料表明,已利用饲料总量11.7039万t中粗蛋白质总量为1.0672万t,占9.1%;作物籽实、块根、糠麸和饼粕等畜食精料总量7.977万t中粗蛋白质总量为8081.6t,占10.13%,仅相当于主畜

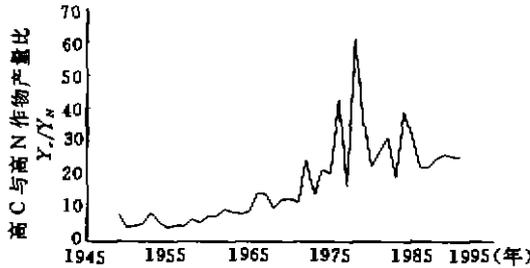


图3 高C与高N作物产量比演变

Fig. 3 Changes of ratio of high C content crop yield ( $Y_C$ ) to high N content crop yield ( $Y_N$ )

秆转化利用。

### 4 种植业结构演替与能物投入、环境压力的关系及持久度

改善水肥促进了种植业结构以小麦-玉米耗水肥高产优势种群的演替,种植业结构演替反之又加剧了对水肥的依赖及环境压力,既有利于光、热资源利用,又影响种植业的潜在稳定性与持久度。栾城县作物结构与地下水位、化肥和化石能的关联度分析结果见表3。小麦为主要依赖水肥作物,生育期浇水与施肥占小麦-玉米全年用水量的60%~70%,

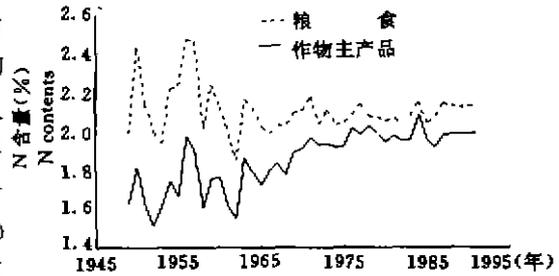


图2 作物主产品N含量与粮食N含量演变

Fig. 2 Changes of N contents of crop main products and grain

$$\text{粮食 N 含量} = \frac{\text{粮食粗蛋白量}}{\text{粮食总产量}} \times 100\%$$

$$\text{作物主产品 N 含量} = \frac{\text{作物主产品粗蛋白量}}{\text{作物主产品产量}} \times 100\%$$

禽粗蛋白水平要求的60%~70%;作物秸秆茎蔓畜禽粗饲料总量3726.4万kg中粗蛋白质总量为259t,占7%。目前粗蛋白质总量供求缺口日趋加大。栾城县未被利用的饲料总量20.9391万t中除少量棉籽饼外,主要为小麦、玉米秸秆,其中粗蛋白质总量为1012.14万kg,占4.8%,接近已利用的饲料蛋白质总量,但因蛋白质含量仅约相当于草食动物所需禾本科干草粗蛋白的1/2而限制其充分利用,焚烧秸秆加剧。因此,亟需从整体上协调作物结构,改善C、N营养平衡,促进秸

表 3 作物结构与地下水、化肥及化石能的关联度( $r$ )

Tab. 3 Correlation between crop structure and groundwater, fertilizer and fossil energy

项目 Items	小麦 Wheat	玉米 Corn	薯类 Yam	高粱 Sorghum	谷子 Millet
地下水 Groundwater	0.9536	0.9534	0.8003	0.6123	0.8995
化肥 Fertilizer	0.9160	0.8971	0.7865	0.6343	0.8644
化石能 Fossil energy	0.9094	0.8916	0.7771	0.6253	0.8573

比其他作物高。因此,以小麦为中心的的主体组合必然造成环境压力。种植结构演替以高能物支持为基础,以资源超采为代价,其持久度取决于环境负荷容量,高肥支持下土壤生态系统呈有序发展,肥力逐步提高不会限制产量<sup>[1~2]</sup>。因此,在肥料可持续供给

下的这种结构模式的持久度取决于水资源的支持。

## 5 种植业结构演替与结构稳定性

系统稳定性决定于系统结构均衡度、组分多样性、技术结构与系统结构的协调性以及技术结构与资源和技术的支持度。系统结构稳定性( $E$ )及结构协调性( $H$ )分别为:

$$E = - \sum p_i \ln p_i \quad (5)$$

$$H = \frac{1}{\sum p_i \cdot n} \quad (6)$$

式中,  $p_i = \frac{\text{组分量}}{\text{总组分量}}$ ,  $n$  为作物种类。

图 4 表明,作物结构稳定性与协调性变化整体呈下降趋势,其稳定性 50 年代最高,90 年代最低。由于作物结构趋于简单,多样性降低,系统缓冲外界应力的弹性稳定性降低且必然导致资源与技术投入的加强。

## 6 小结

栾城县种植业结构演替是以作物产量为主目标不断调整演化的过程。随着种植结构的演替,作物产量水平大幅度提高,光、热资源潜力得以较好发挥,但环境压力相应增大和对能物高强度投入过度依赖。弹性稳定性呈下降趋势,而作物营养结构则未明显改善,水资源超采已导致种植业演替模式持久度降低。除挖掘资源潜力外,更应开拓新的生态位,加强种植业第一性生产力的多级转化利用。

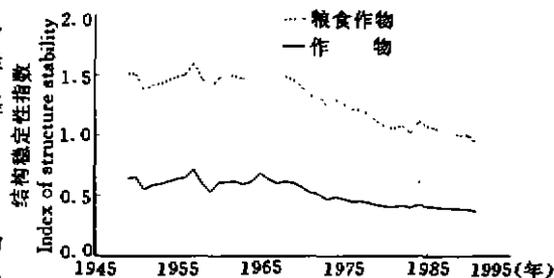


图 4 作物结构稳定性与协调性演变  
Fig. 4 Change of crop structure stability and coordination

## 参 考 文 献

- 1 曾江海等. 华北半湿润区土壤有机质分解与积累特征. 土壤肥料, 1996 (4), 1~4.
- 2 曾江海等. 农田生态系统 N、P 营养平衡及其肥料效应. 应用生态学报, 1995, 6(增刊), 39~46.