

开封沙区农林牧复合生态经济系统特征分析*

武继承 孔祥旋 寇长林 王秋杰 王永歧

(河南省农业科学院土壤肥料研究所 郑州 450002)

摘要 通过分析开封沙区农林牧复合生态经济系统的构建与调节措施,进而系统地探讨了系统功能的主要特征,结果表明系统的生产能力不断提高,人均收入不断增加,农田物质投入不断改善,但K⁺亏缺和产业结构不平衡等问题依然存在。并总结了沙区农林牧复合生态经济系统发展的经验。

关键词 沙区 农林牧复合生态经济系统 特征 措施

Characteristics of farming-forestry-animal husbandry integrated ecosystem in Kaifeng sandy region WU Ji-Cheng, KONG Xiang-Xuan, KOU Chang-Lin, WANG Qiu-Jie, WANG Yong-Qi (Institute of Soil and Fertilizer, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002), CJEA, 2002, 10(1):93~96

Abstract The foundation and its adjusting methods of farming-forestry-animal husbandry compound ecosystem in Kaifeng sandy experimental region are analyzed, and the characteristics of the system are stated. The results show that the ability of biological production has been improved, the income per person is getting more and more, and the input of material and energy of field system is getting better and better. However, there still exist the shortage of potassium and the unbalance of production structure. Finally, the experiments and methods of the system development are suggested.

Key words Sandy region, Farming-forestry-animal husbandry compound ecosystem, Characteristics, Countermeasures

河南省沙地 81.53 万 hm^2 , 占黄淮海沙地的 40.13%, 是由历史上黄河泛滥、改道等不同砂粒组合并经沉积和风力搬运形成的。开封沙区地处河南省沙区腹地, 有广泛的代表性, 该区年均气温 $13\sim 15^\circ\text{C}$, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温 $4500\sim 5000^\circ\text{C}$, 年无霜期 205~224d, 年日照时数 2325~2472h, 年有效辐射 $2340.8\sim 2466.2\text{ MJ/m}^2$, 年降水量 550~750mm, 且 80% 降雨集中在 $\geq 10^\circ\text{C}$ 生长季节。地下水水质好、埋藏浅, 但降水年际年内变率大, 农田水分收支不稳, 且风沙、旱涝危害严重, 土壤质地粗, N、P 养分匮乏且漏水漏肥。因其光热资源充足, 生产潜力大, 一旦其障碍因子被削弱和资源被利用, 对促进河南省乃至黄淮海地区农业发展具有很大作用。通过近 17 年科技攻关和沙区综合治理, 促进了沙区农林牧复合生态经济系统的发展与完善。

1 系统结构组建与调节措施

1.1 系统结构组建

根据沙区资源环境特点和农业发展需要, 开封沙区农林牧复合生态经济系统的结构配置以农田生态防护林为基础, 重点发展种植和养殖业, 同时建立以有机促无机、有机无机相结合的综合培肥改土体系, 促使系统中农、林、牧各业的相互促进、协调发展与整体提高^[1]。

1.2 主要调节措施

开封沙区是历史上有名的低产区, 是河南省同类沙区贫困救济型的典型代表, 试区建立初期从改变沙区农业生产条件入手, 大力发展农田防护林, 重点开发沙区优势作物西瓜和花生, 调整种植业结构, 发展小麦/花生、西瓜/花生等模式, 使农林牧复合生态经济系统初具雏形; 在发展阶段提出与实施了“加强基础, 强化防护, 优化种植, 发展畜牧”等综合治理方针和利用技术, 进一步完善了农田防护体系和防旱抗涝体系, 优化了种植结构、散养型农牧结合模式, 增加了系统物能与科技投入, 促进了沙区农林牧复合生态经济系统的不断发展; “九五”期间针对沙区农业持续发展的主要障碍因子沙、旱、薄, 强化了水分和养分资源利用的生物学途径的研究, 加强沙区优势作物种植结构调整和防护林体系的完善, 发展立体高效多熟种植和养殖业, 建立了沙区农林牧生态经济系统样板。

* 国家重点科技攻关项目(96-004-01-11)部分研究内容

收稿日期: 2000-06-26 改回日期: 2000-08-14

2 农林牧复合生态经济系统的特征

经过 17 年科技攻关与综合治理,开封沙区农林牧复合生态经济系统功能整体提高,其特征一是提高了农作物生产能力,自 1983 年试区建立以来随着系统的发展,农作物产量明显提高,与 1982 年相比,1999 年粮食和花生总产量提高了 243.59% 和 385.62%,粮食、小麦和花生单产净增 105.15%、127.27% 和 84.76% (见表 1),这主要是农业生产条件改善和作物品种改良的结果,如有机无机综合培肥、农田防护林和灌排系统的完善,西瓜、花生及小麦品种筛选与定期更新等;二是农作物复种指数呈明显提高趋势,由 1982 年的 126.78% 和 1985 年的 141.12% 分别提高到“七五”、“八五”和“九五”的 177.79%、187.69% 和 187.61% (5 年平均),同时粮经饲种植比例得以调整与优化,饲料作物比重不断提高,由“七五”的 8.65% 分别提高到“八五”的 9.42% 和“九五”的 11.08% (见表 2);三是优化了产值结构,在农业产值结构中种植业产值比重呈逐

表 1 开封试区农作物产量变化特征

Tab.1 Characteristics of crop yield in Kaifeng experimental region

年 份 Years	粮食总产/万 kg Grain total yield	粮食单产/kg·hm ⁻² Grain output	小麦单产/kg·hm ⁻² Wheat output	玉米单产/kg·hm ⁻² Corn output	大豆单产/kg·hm ⁻² Soybean output	花生总产/万 kg Peanut total yield	花生单产/kg·hm ⁻² Peanut output
1982	33.47	2155.5	1897.5	2625.0	1012.5	15.72	2047.5
1985	44.55	2506.5	2328.0	3151.5	1492.5	21.77	2551.5
1986	44.69	2410.5	2430.0	3000.0	1500.0	28.85	2409.0
1987	51.43	2553.0	2437.5	3376.5	1878.0	30.68	2239.5
1988	61.07	2824.5	2625.0	3750.0	1875.0	33.40	2412.0
1989	68.79	3214.5	3066.0	5400.0	2044.5	48.03	3160.5
1990	73.67	3375.0	3390.0	5202.0	1953.0	51.61	3187.5
1991	74.69	3294.0	3090.0	5250.0	2002.5	53.13	3265.5
1992	78.60	3381.0	3022.5	5137.5	1762.5	21.96	1387.5
1993	85.56	3552.0	3390.0	5370.0	1957.5	59.50	3294.0
1994	96.55	3832.5	3712.5	5415.0	2040.0	57.08	3360.0
1995	104.08	4128.0	3846.0	5796.0	1986.0	58.24	3243.0
1996	107.19	4204.5	4017.0	5871.0	2034.0	61.21	3385.5
1997	101.96	4146.0	3988.5	5647.5	1902.0	70.13	3579.0
1998	114.80	4344.0	4218.0	6015.0	2040.0	72.16	3619.5
1999	115.00	4422.0	4312.5	6157.5	2035.5	76.34	3738.0

表 2 开封试区粮经饲种植结构变化趋势

Tab.2 Tendency changes of grain, industrial and forage crops proportion planted in Kaifeng experimental region

年 份 Years	总播面积/hm ² Total area	粮食作物/hm ² Grain crops	比重/% Percent	经济作物/hm ² Industrial crops	比重/% Percent	饲料作物/hm ² Forage crops	比重/% Percent	复种指数/% Multiple crop index
1986	354.00	156.53	44.22	168.60	47.63	28.87	8.15	160.18
1987	393.60	166.87	42.40	195.33	49.63	31.40	7.98	177.78
1988	425.87	177.80	42.08	202.33	47.89	42.40	10.04	182.97
1989	424.80	174.33	41.04	211.80	49.86	38.67	9.10	183.95
1990	432.07	196.20	44.71	207.60	47.31	35.00	7.98	184.07
1991	437.00	199.53	44.74	205.73	47.08	35.73	8.18	186.17
1992	435.13	199.60	45.87	199.07	45.75	36.47	8.38	186.65
1993	470.40	206.53	43.34	224.33	47.07	45.73	9.60	184.66
1994	480.53	205.87	43.69	217.07	46.07	48.27	10.24	188.64
1995	489.93	214.80	43.84	222.73	45.46	52.40	10.70	192.33
1996	504.53	215.87	42.79	234.93	46.56	53.73	10.65	188.63
1997	475.60	205.27	43.16	214.47	45.09	55.87	11.75	177.82
1998	514.93	222.40	43.19	238.40	46.30	54.13	10.51	192.52
1999	512.07	217.40	42.46	236.33	46.15	58.33	11.39	191.45

年下降趋势,养殖业比重不断提高,种植业由 1982 年 77.35% 下降到 1994 年的 67.34% 和 1999 年的 57.55%,林业和养殖业分别由 1982 年的 2.60% 和 15.46% 提高到 1994 年的 10.08% 和 25.34% 与 1999 年的 57.55% 和 27.82% (见表 3);四是中心试验区人均纯收入由 1982 年的 268 元分别提高到 1985 年的 620 元、1990 年的 1024 元、1995 年的 1575 元和 1999 年的 2108 元,年际之间呈递增趋势,尤其是“九五”期间由于种植结构调整和粮经饲结构优化,引进了早熟西瓜和马铃薯等优良品种,使农民收入得以大幅提高,并经受住 1997 年的严重干旱,充分显示了农林牧复合生态经济系统发展的优势;五是调整了产业结构,试区开封县第一、二、三产业产值比重表现为第一产业明显下降和第二、三产业的缓慢上升 (见表 4),第一产业比重由 1980 年的 73.81% 降到 1998 年的 46.26%,第二、三产业比重由 1980 年的 6.44% 和 19.75% 分别提高到

表 3 开封试区农业产值变化特征

Tab.3 Characteristics of agricultural production value (PV) in Kaifeng experimental region

年 份 Years	农业总产值/万元 Total Production value	种植业 Farming		林 业 Forestry		养殖业 Animal husbandry		副 业 Side-line		渔 业 Fishery	
		产值/万元 Production value	比重/% Percent	产值/万元 Production value	比重/% Percent	产值/万元 Production value	比重/% Percent	产值/万元 Production value	比重/% Percent	产值/万元 Production value	比重/% Percent
1982	32.72	25.31	77.35	0.85	2.60	5.06	15.46	1.50	4.58	—	—
1985	116.56	77.08	66.13	10.98	9.42	24.58	21.09	3.92	3.36	—	—
1986	138.68	81.82	59.00	17.93	12.93	34.74	25.05	4.19	3.02	—	—
1987	187.41	114.44	61.01	23.01	12.28	42.24	22.54	5.32	2.84	2.40	1.28
1988	246.98	154.10	62.39	30.85	12.49	52.12	21.10	6.52	2.64	3.38	1.37
1989	298.41	179.64	60.20	37.18	12.46	71.42	23.93	6.54	2.19	3.07	1.03
1990	311.17	188.06	60.44	50.88	16.35	62.61	20.12	6.44	2.07	3.17	1.02
1991	329.68	200.52	60.82	59.98	18.19	58.23	17.06	7.80	2.37	3.15	0.96
1992	284.11	150.76	53.06	62.74	22.08	59.73	21.02	7.65	2.69	3.23	1.14
1993	377.37	241.14	63.90	35.14	9.31	89.10	23.61	8.72	2.31	2.27	0.60
1994	456.30	300.52	67.34	47.83	10.48	115.64	25.34	7.52	1.65	4.79	1.05
1995	472.83	306.49	64.82	43.12	9.12	110.78	23.43	8.09	1.71	4.35	0.92
1996	491.28	314.47	64.01	44.51	9.06	118.99	24.22	8.94	1.82	4.37	0.89
1997	480.96	291.75	60.66	46.56	9.68	126.91	26.20	11.78	2.45	4.86	1.01
1998	498.26	302.14	60.64	50.97	10.23	128.60	25.81	11.76	2.36	4.78	0.96
1999	521.30	300.01	57.55	54.79	10.51	145.03	27.82	16.73	3.21	4.74	0.91

表 4 开封县农业产业结构比重变化趋势

Tab.4 Changes of the proportion of different agricultural production

年 份 Years	农业产业结构比重/% Percent of agricultural production			年 份 Years	农业产业结构比重/% Percent of agricultural production		
	第一产业 The first production	第二产业 The second production	第三产业 The third production		第一产业 The first production	第二产业 The second production	第三产业 The third production
1980	73.81	6.44	19.75	1990	63.84	16.07	20.08
1981	74.34	6.18	19.48	1991	63.34	14.82	21.84
1982	72.49	7.75	19.76	1992	50.93	22.62	26.44
1983	76.26	6.32	17.43	1993	58.33	18.38	23.29
1984	73.69	7.04	19.27	1994	53.17	22.90	23.93
1985	69.59	11.30	19.11	1995	51.95	24.41	23.64
1986	62.50	11.98	25.52	1996	47.25	30.25	22.50
1987	61.09	13.92	24.99	1997	45.91	30.72	23.37
1988	60.58	15.42	24.00	1998	46.26	28.99	24.75
1989	64.29	14.48	21.23				

1998年的28.99%和24.7%,说明近20年农业综合发展,农业产业结构日趋合理和完善,从而推动了区域农业可持续发展;六是提高了农田土壤养分,试验结果表明,推行有机无机相结合、用地养地相结合、工程与农艺措施相结合等综合措施,不断提高了沙土地力和单位产出率,据测定试区农田土壤有机质、N、P养分均有不同程度提高(见表5),但K素耗竭性明显,其中轻砂潮土耕层速效钾由1985年的98.6mg/kg降至

表 5 试验区土壤养分变化情况

Tab.5 Status of soil nutrients in Kaifeng experimental region

土 壤 Soil	年 份 Years	有机质/g·kg ⁻¹ Organic matter	全 N/g·kg ⁻¹ Total N	水解氮/mg·kg ⁻¹ Hydro-N	速效磷/mg·kg ⁻¹ Available P	速效钾/mg·kg ⁻¹ Available K
轻砂潮土	1985	5.3	0.48	28.1	16.3	98.6
	1990	7.8	0.67	38.6	21.2	88.4
	1995	9.1	0.88	48.3	28.6	78.2
	1999	9.2	1.02	52.1	32.0	76.8
细砂潮土	1985	3.6	0.31	18.2	7.2	101.2
	1990	5.2	0.48	32.8	11.6	91.4
	1995	6.8	0.61	36.1	18.4	82.2
	1999	7.1	0.82	38.7	20.3	81.5
粗砂潮土	1985	2.3	0.24	15.6	4.8	88.1
	1990	4.2	0.38	26.1	8.2	75.6
	1995	5.6	0.51	38.2	12.3	69.1
	1999	5.7	0.46	30.3	15.6	56.5

1999年的76.8mg/kg,年降幅1.56mg/kg,细砂潮土则由1985年的101.2mg/kg降至1999年的81.5mg/kg,年降幅1.41mg/kg,粗砂潮土则由1985年的88.1mg/kg降至1999年的56.5mg/kg,年降幅达2.26mg/kg,农业利用强度增强和“重N、P,忽视K素补充”的施肥特点是导致土壤耕层养分失衡的直接原因,

故今后应根据作物需要适时补充土壤 K 素;七是农田防护效果显著,试区经多年攻关已初步建成以防护林为主体、冬春绿色覆盖相配套的乔灌木相结合、农林牧相结合的多林种、多层次、多功能的生态综合防护体系²。据测定,林木覆盖率由 1983 年的 4.16% 提高到 1999 年的 21.6%,农田防护林综合防风效能 35%~40%,高时达 50%~60%,冬季林网内气温升高 0.56,土壤贮水量增加 6.1%,相对湿度提高 6.3%,基本控制了风沙、干热风等危害,为沙区农业持续发展提供了基础保证;八是提高了能量投入与资源利用率,以典型种植方式为例,能量投入以有机能为主,占人工辅助能的 70%~85%,其中有机肥能投入占有机能的 65%~90%(见表 6),这是沙地改良多年研究推广的结果,能量产投比为 1.2~1.9,说明系统生产仍处于中、低产水平,尚待进一步调整与优化。但现行主种植方式小麦/花生/玉米、小麦/大豆/玉米、小麦-红薯/玉米、小麦/玉米/玉米的能量利用率较原种植方式小麦/花生、小麦/大豆、小麦-红薯、小麦/玉米分别提高了 16.19%、4.96%、11.69% 和 5.32%,小麦/西瓜/花生、大麦/西瓜/花生较西瓜/花生提高 3.92% 和 10.78%,说明种植方式改进后对提高物能利用效率具有重要作用,而光能资源利用小麦/花生/玉米、小麦/大豆/玉米、小麦-红薯/玉米、小麦/玉米/玉米较小麦/花生、小麦/大豆、小麦-红薯、小麦/玉米分别提高了 23.5%、13.08%、14.90% 和 36.56%,小麦/西瓜/花生、大麦/西瓜/花生较西瓜/花生提高 40.74% 和 49.63%。

表 6 典型种植方式的资源利用效率分析对比

Tab 6 Analysis of resource use efficiency in typical crop patterns

种植方式 Crop patterns	有机能/GJ·hm ⁻² Organic energy	工业能/GJ·hm ⁻² Industrial energy	总投入/GJ·hm ⁻² Total input	产出能/GJ·hm ⁻² Output energy	产投比 Output/input	光能利用率/% Light use efficiency
小麦/花生/玉米	183.40	83.41	266.81	439.69	1.65	1.78
小麦/花生	179.28	69.86	249.14	354.78	1.42	1.44
小麦-红薯/玉米	269.36	74.16	343.52	589.41	1.72	2.39
小麦-红薯	267.42	64.77	332.19	512.92	1.54	2.08
小麦/大豆/玉米	174.89	68.01	242.90	361.34	1.48	1.47
小麦-大豆	174.67	53.10	227.77	321.53	1.41	1.30
小麦/玉米/玉米	231.68	85.21	316.89	627.10	1.98	2.54
小麦/玉米	176.72	65.96	242.68	457.64	1.88	1.86
小麦/西瓜/花生	342.22	100.46	442.68	468.24	1.06	1.90
大麦/西瓜/花生	342.22	99.34	441.56	497.22	1.13	2.02
西瓜/花生	278.64	47.85	326.49	332.56	1.02	1.35

3 建立农林牧复合生态经济系统的经验

开封沙区建立农林牧复合生态经济系统的经验是发展农牧结合,建立农田生态系统的良性物能循环体系。砂质潮土长期定位试验结果表明,发展农牧结合、建立有机无机相结合培肥技术体系,可提高土壤养分的含量,增加单位土地生物学产量^{3,4},是奠定系统良性物能循环的物质基础;二是发展间套轮作种植,优化沙区粮经饲种植结构。针对沙区农业资源及其生产特点,发展禾豆作物、块根与茎叶作物、蔬菜与农作物、农作物与林果等间套种植,提高土地生产力和养分利用效率,优化粮经饲结构,提高农牧结合水平,其主种植方式转变为花生-小麦/花生-小麦/西瓜/花生,玉米(大豆)-小麦/玉米(大豆)-小麦/大豆(花生)/玉米(或小麦-红薯/玉米);三是加强农田生态防护林建设。防护林是沙区农业发展的基础,实施农田防护林建设可改善农田环境,增加饲料供给和有机体对土壤的返还量,同时增加单位土地效益;四是科技攻关研究与地方经济发展相结合。科技攻关的目的在于解决区域性农业生产的关键技术,并服务于区域农业生产实践,促进地方经济的发展。因此,在多年的科技攻关研究中尤为重视攻关技术的推广应用,相继建立了种植业、防护林、养殖业及沙地改良的生产样板、高效示范园等,为地方农业经济发展提供实用技术,并在开封县主要沙区乡建立中试基地,在河南省主要沙区县建立不同生态类型的推广应用辐射区,促进了该省沙地的综合治理与农业持续高效发展。总之今后应进一步加强种植业结构调整、NPK 养分平衡和第一、二、三产业结构优化,从而实现系统生态、社会与经济效益的整体提高。

参 考 文 献

- 武继承,寇长林,孔祥旋等. 开封沙地试验区农林牧复合生态系统分析. 生态农业研究,1997,5(2):37~41
- 武继承,王生厚,任素坤等. 沙区农林复合经营模式及效益分析. 生态农业研究,1998,6(2):55~57
- 武继承,王秋杰,李新端等. 开封沙区潮湿雏形土培肥技术及其效果. 土壤通报,1999,30(1):11~13
- 寇长林,王秋杰,王永歧等. 施肥结构对砂质潮土有机质及氮磷钾养分变化的影响. 生态农业研究,2000,8(4):47~51