

宁夏干旱风沙区农林牧生态系统优化研究

温学飞,刘 华

(宁夏农林科学院荒漠化治理研究所,银川 750002)

摘 要:根据干旱沙区农林牧业协调发展的原则,以盐池县北部干旱风沙区集中的乡镇现行农业生产状况为基础,以农林牧总体经济纯效益最高为目标,在土地面积、社会需求等约束之下,进行了种养结合的优化设计。系统优化后生产能力增强,粮食总产量将达到 3.47 万 t,比基期的 3.08 万 t 多增加了 0.39 万 t;人工牧草由基期的 1.31 万 t 增加到优化后的 1.65 万 t;作物秸秆由 3.54 万 t 增加到 4.16 万 t,有利的促进了畜牧业的发展。优化结构可获得总净产值 1.47 亿元,比优化前 1.33 亿元增加了 1 400 万元;人均净产值 2 344 元比优化前 1 701 元多增加 643 元。

关键词:干旱;农林牧;优化

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0212-02

Optimizing Research on Ecosystem of Agriculture, Forestry and Animal Husbandry in Arid District of Dust Storm in Ningxia Region

WEN Xue-fei, LIU hua

(Desert Institute of Academy of Agriculture and Forestry Sciences of Ningxia, Yinchuan 750002, China)

Abstract: According to the principle of coordinated development of agriculture, forestry and animal husbandry in arid sandy area, with the agricultural situation of Yanchi county and the base and the goal of the highest benefit of agriculture, forestry and animal husbandry, the optimization design was carried out. By optimizing the system, the total grain output will reach 34 700 t, increasing 3 900 t; artificial herbage increased from 13 100 t to 16 500 t; crop straw stalk increased from 35 400 t to 41 600 t, which improved the development of animal husbandry greatly. After optimized the structure, the net output value 0.147 billion Yuan can be obtained, increasing 14 million Yuan; the average per capita of output value increased from 1 701 Yuan to 2 344 Yuan.

Key words: arid; agriculture, forestry and animal husbandry; optimization

盐池县位于宁夏东部,地理位置介于东经 106°30′ ~ 107°47′,北纬 37°04′ ~ 38°10′ 之间。全县总面积 7 130 km²,占宁夏总面积的 10.74%。盐池县属温带大陆性季风气候,年降水量小于蒸发量,且多集中在夏末秋初。年降雨量在 300 mm 左右,年均蒸发量高于 2 000 mm,为降水量的 6~7 倍^[1]。盐池沙漠化土地主要集中花马池镇、高沙窝镇、王乐井乡等鄂尔多斯台地缓坡丘陵区,面积达到 39.2 万 hm²,占全区沙漠化土地面积的 31.1%,由于干旱少雨、蒸发强烈、土地沙化严重,成为该区农牧业发展的主要瓶颈^[2]。为了提高农业生产的总体效益,从系统的观点出发,运用线性规划方法,对目前的生产状况进行优化,进而为指导农业生产提高系统效益,提供理论依据。^[3,4]

1 模型的设计

模型规划区域涉及到盐池县花马池镇、高沙窝镇、王乐井乡以及冯记沟乡部分地区,规划面积达到 3 000 km²。基期数据的选取主要是避开退耕还林还草工程以及全县禁牧以前的一些干扰,因此选取 2003 年基本数据作为基期数据。

为了提高整体干旱风沙区农业生产的整体效益,从系统的观点出发,运用线性规划对整个农林牧系统优化的调整,以便资源分配。通过运算找出较为合适的优化方案指导农业生产,提高理论依据。干旱风沙区最优目标函数数学表达式为^[5]:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - b_i - x_j &= 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ f = \sum_{j=1}^n c_j x_j &= \max \end{aligned}$$

式中: x_j ——决策变量(土地类型与面积); f ——目标函数; a_{ij} ——投入产出系数(技术系数); c_j ——利益函数(效益系数); b_i ——约束方程右边项(非负项)。

2 变量的设置

根据对资源优势、系统现状、优化目标的分析,结合实际的可能性确定决策变量,考虑到北部地区生态系统的恢复以及农林牧产业结构共设置农、林、牧 3 个目标集,包括 24 个决策变量。

* 收稿日期: 2006-05-23

基金项目: 自治区发展和改革委员会科技攻关项目“城西滩扬黄灌区节水型高效生态农业建设技术与示范”;自治区“十五”科技兴农重大示范推广项目“盐池沙漠化土地综合治理技术示范推广”(2002-001-01)资助

作者简介: 温学飞(1973-),男,宁夏盐池县人,1997 年学士毕业于宁夏农学院畜牧系,现主要从事于干旱沙区畜牧业研究及沙产业开发,发表相关论文 20 多篇。

表 1 决策变量和产值系数								元/hm ²
序号	变量	净产值	序号	变量	净产值	序号	变量	净产值
X ₁	水地:玉米	6120	X ₉	旱地:玉米	1350	X ₁₇	苜蓿	840
X ₂	小麦	1755	X ₁₀	小麦	480	X ₁₈	豆类	750
X ₃	豆类	2370	X ₁₁	糜谷	345	X ₁₉	林地	540
X ₄	土豆	3300	X ₁₂	荞麦	555	X ₂₀	天然草地	75
X ₅	油料	2250	X ₁₃	土豆	2355	X ₂₁	猪	120
X ₆	瓜菜	15000	X ₁₄	瓜菜	3000	X ₂₂	大家畜	400
X ₇	苜蓿	4500	X ₁₅	油料	1170	X ₂₃	羊	80
X ₈	青贮	3750	X ₁₆	青饲料	345	X ₂₄	鸡	28

3 约束条件

它主要反映资源对农业活动的限制程度,在建立约束方程时考虑到社会需要,资源量和质量等因素,主要方程如下:

- (1)粮食总产量要求: $440 X_1 + 270 X_2 + 40 X_3 + 1\ 000 X_4 + 100 X_9 + 50 X_{10} + 35 X_{11} + 45 X_{12} + 650 X_{13} > 39\ 000\ \text{t}$
- (2)小麦细粮要求: $X_2 + X_{10} < 200\ \text{t}$
- (3)饲料要求: $440 X_1 + 1\ 000 X_4 + 100 X_{17} + 650 X_{13} + 40 X_{11} > 166\ 000\ \text{t}$
 $200 X_{21} + 2\ 500 X_{22} + 500 X_{23} + 5 X_{24} > 166\ 000\ \text{t}$
- (4)油料要求: $18\ 000 > 100 X_5 + 35 X_{15} > 78\ 157 \times 20 = 1\ 563\ \text{t}; X_5 > 100\ \text{hm}^2$
- (5)瓜菜要求: $1\ 000 X_4 + 650 X_{13} + 10\ 000 X_6 + 500 X_{14} < 18\ 000\ \text{t}; 700 > X_6 > 600\ \text{hm}^2; X_{14} > 300\ \text{hm}^2$
- (6)林地要求: $X_{19} > 80\ 000\ \text{hm}^2$
- (7)人工牧草要求: $2\ 000 > X_7 + X_{17} + X_{16} > 100\ \text{hm}^2; X_7 > 700\ \text{hm}^2$
- (8)豆类要求: $X_{19} < 2\ 000\ \text{hm}^2$
- (9)羊只饲养上、下限: $X_{23} < 25\ \text{万只}$
- (10)养猪上、下限: $3.3 > X_{21} > 2.56\ \text{万头}$
- (11)大家畜上限: $X_{22} > 10\ 000\ \text{头}$
- (12)耕地面积条件: $= 26\ 900\ \text{hm}^2$, 水 5 020 hm^2 , 旱 21 880 hm^2 ; $X_1 + X_2 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 = 5\ 020\ \text{hm}^2; X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} = 21\ 880\ \text{hm}^2$
- (13)小麦上下限: $900 > X_2 + X_{10} > 700\ \text{hm}^2$
- (14)养鸡上下限: $28 > X_{24} > 6\ \text{万只}$
- (15)旱地糜谷上下限: $X_{11} < 1\ 000\ \text{hm}^2$
- (16)玉米上、下限: $7000 > X_1 + X_9 > 5\ 000\ \text{hm}^2; X_1 < 4\ 000\ \text{hm}^2$
- (17)荞麦下限: $X_{12} > 600\ \text{hm}^2$
- (18)天然草地: $X_{20} < 220\ 000\ \text{hm}^2$
- (19)旱地土豆上下限: $3\ 000 > X_{13} > 2\ 500\ \text{hm}^2$
- $f(\text{Max}) = 6\ 120 X_1 + 1\ 755 X_2 + 2\ 370 X_3 + 3\ 300 X_4 + 2\ 250 X_5 + 1\ 5000 X_6 + 4\ 500 X_7 + 3\ 750 X_8 + 1\ 350 X_9 + 480 X_{10} + 345 X_{11} + 555 X_{12} + 2\ 355 X_{13} + 3\ 000 X_{14} + 1\ 170 X_{15} + 345 X_{16} + 840 X_{17} + 750 X_{18} + 540 X_{19} + 75 X_{20} + 120 X_{21} + 400 X_{22} + 80 X_{23} + 28 X_{24} = 1.47 E + 08$

4 优化结果

4.1 土地利用结构

优化后天然草地面积降低了 10 243 hm²,比优化前下降了 4.65 %,主要是一部分土地用于建设柠条饲料林和防护林,增加抗干旱、耐风蚀沙化的灌木草场,减少土地荒漠化。林地面积由 68 900 hm² 提高到 80 243 hm²。耕地中水地面

积维持现状,旱地种植面积 21 880 hm² 中种植面积为 13 076 hm²,剩余 8 804 hm² 主要是各乡镇中用于退耕利用。人工草地 1 628 hm² 提高到 2 196 hm²,比调整前提高 34.89 %,人工草地面积的扩大,为发展畜牧业提供了大量饲草,特别是为发展肉羊、肉牛、奶牛提供饲草料保证进而减轻草地压力。

表 2 生态系统优化方案							
序号	变量	现状	目标	序号	变量	现状	目标
X ₁	水地:玉米	3200	3520	X ₁₃	土豆	2742	2500
X ₂	小麦	48	0	X ₁₄	瓜菜	348	500
X ₃	豆类	829	800	X ₁₅	油料	4135	1800
X ₄	土豆	34	0	X ₁₆	青饲料	127	196
X ₅	油料	404	100	X ₁₇	苜蓿	847	1300
X ₆	瓜菜	640	700	X ₁₈	豆类	1590	2000
X ₇	苜蓿	654	700	X ₁₉	林地	68900	80243
X ₈	青贮	40	0	X ₂₀	天然草地	220243210000	
X ₉	旱地:玉米	1619	3480	X ₂₁	猪	2.56	3.3
X ₁₀	小麦	816	700	X ₂₂	大家畜	4108	10000
X ₁₁	糜谷	217	0	X ₂₃	羊	26.32	25.0
X ₁₂	荞麦	635	600	X ₂₄	鸡	5.95	28.0

4.2 作物布局的调整

水浇地调整的思想是在保证经济收入的基础上,考虑水资源合理利用和粮食生产产量的提高。经过优化,水地种植马铃薯、小麦调整为 0,增加经济效益好的玉米、苜蓿、瓜菜,以“压夏增秋”来实现有限水资源的合理利用^[6]。玉米种植面积由目前的 3 200 hm² 调整为 3 520 hm²,增加 320 hm²,增加 10 %,玉米种植面积的增加可以为家畜生产大量的饲料,而且经济效益较高,更重要的是调整了作物用水时间和比例,缓冲春夏用水集中而造成的矛盾。瓜菜的种植面积由 640 hm² 提高到 700 hm²,瓜菜的经济价值在种植业中产值最高,瓜菜的产量主要是解决当地群众的生活外,一般有少量上市销售,考虑到近几年设施温棚的增加,蔬菜产量的增加,销售渠道的建设不完善,会造成丰产不丰收的局面,挫伤群众的积极性。豆类产量较低,主要是以套种的形式进行生产,因此对豆类种植面积由 829 hm² 调整为 800 hm²,基本维持套种的面积。苜蓿种植的面积由 654 hm² 提高到 700 hm²,主要是由于干旱风沙区的饲料品质较差,提高了苜蓿的产量,增加家畜蛋白饲料的数量。

旱地作物调整是在不增加播种面积的前提下,合理作物搭配^[7],取得较高的经济效益。旱地玉米由 1 619 hm² 增加到 3 480 hm²,增加了 1.14 倍,旱地玉米抗旱性较好,并且产量较高,可以增加经济收入。压低了小麦、糜谷、油料等低产作物种植面积。

4.3 畜牧业结构的调整

畜牧业是盐池县干旱风沙区重要的产业。优化后大家畜的数量由 4 108 头增加到 10 000 头,增加了 1.43 倍,大家畜的经济收入主要是以肉牛、奶牛为主设计,近几年盐池县全面禁牧舍饲的开展,使肉牛、奶牛的数量逐渐增多,特别是扬黄灌区的建成,饲料作物的大面积种植,为舍饲养牛业的发展提供良好的饲料基础。羊只在现有的基础降低了 1.32 万只,目前盐池县优良草地的减少,为减轻草地压力,降低羊只的饲养量。猪的数量由 2.56 万头增加到 3.3 万头,增加了 28.9 %,一方面是为了满足群众的日常生活需要,另一方面为农田增加了良好有机肥料^[8]。鸡的数量由 5.95 万只提

(下转第 217 页)

- [2] 施昆山. 当代世界林业[M]. 北京:中国林业出版社,2001.
- [3] 赫尔曼·格拉夫·哈茨费尔德. 生态林业理论与实践[M]. 沈照仁等译. 北京:中国林业出版社,1997.
- [4] 张硕新,雷瑞德,陈存根,等. “近自然林”-一种有发展前景的“人工天然林”[J]. 西北林学院学报,1996,11(增):157-162.
- [5] Euck B G. Kosten und Nutzen eines Waldbaus auf oekologischer Grundlage[J]. AFZ. 1992,(2):52-56.
- [6] 邵青还. 德国:接近自然的林业-技术政策和技术路线[J]. 世界林业研究,1993,6(3):63-72.
- [7] 邵青还. 德国林业经营思想和理论 200 年[J]. 中国林业科学研究院科技情报研究所,1993.
- [8] 黄清麟. 森林可持续经营综述[J]. 福建林学院学报,1999,19(3):282-285.
- [9] 邵青还. 第二次林业革命——“接近自然的林业”在中欧兴起[J]. 世界林业研究,1991,4(4):8-15.
- [10] 危廷林. 近自然林业与水土保持[J]. 福建水土保持,2001,13(1):20-23.
- [11] 林天喜,徐炳芳,戚继忠等. 欧洲近自然的森林经营理论与模式[J]. 吉林林业科技,2003,32(1):76-78.
- [12] Sperber. Georg Guten zum Wald is teine Ethik[A]. In:Hatzfeldt,Hermann Graf(ed). okologische Waldwirtschaft - Grundlagen - Aspekte - Beispiele: Alternativeo Konzepte[M]. Stiftung ökologie & Landbau Verlag CF M üler GmbH, Heidelberg,1994.
- [13] Strobel Gerhard. Gedanken zu Chancen und Grenzen naturnaher Waldwirtschaft[J]. AFZ. 1997,(24):1284-1286.
- [14] Otto Hans-J ürgen. ökologische Waldwirtschaft in Niedersachsen[A]. In:Hatzfeldt,Hermann Graf(ed), ökologische Waldwirtschaft - Grundlagen - Aspekte - Beispiele:Alternative Konzepte[M]. Stiftung ökologie & Landbau Verlag C F M üler GmbH,Heidelberg,1994.
- [15] 高宏林,张宏清. 论近自然经营方式在内蒙古大兴安岭林区的适用性[J]. 内蒙古林业调查设计,2000(增):73-75.
- [16] 林思祖,黄世国. 论中国南方近自然混交林营造[J]. 世界林业研究,2001,14(2):73-78.
- [17] 李明阳,菅利荣. 森林生态系统持续经营的技术体系与管理模式[J]. 林业资源管理,1999,(2):29-32.
- [18] 王良衍,王希华,宋永昌. 天童林场采用“近自然林业”理论恢复退化天然林和改造人工林研究[J]. 林业科技通讯,2000(11):4-6.
- [19] Tiefenbacher E. Measuring and controlling the degree of naturalness of forest stands[J]. Schweizerische Zeitschrift f ü Forstwesen,1999,150(7):246-248.
- [20] 徐化成. 森林生态与生态系统经营[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [21] Schulz, Ehrhard Forderungen zur Erhaltung der Tropischen Regenwaelder[J]. HolzaktuellM1991,(8):52-56.
- [22] Weidelt H J. Die nachhaltige Bew irtschaftung des tropischen Feuchtwaldes Möglichkeiten und Grenzen [J]. Forstarchiv, 60. Jahrgang, 1989,(3):100-108.
- [23] 关百钧. 21 世纪初世界林业科技十大发展趋势[J]. 世界林业研究,1999,12(6):1-6.
- [24] 周国林,谭慧琴. 世界森林可持续经营发展近况、趋势及我国的原则[J]. 世界林业研究,1997,(2):1-8.

(上接第 213 页)

高到 23 万只,增加了 2.7 倍。目前盐池县草原经过 2 年多时间的封育,草原内积累了大量的草籽和一些小虫子,通过放养,林地为难鸡提供了丰富的食物和避暑、休息场所;滩鸡为林地消灭了虫害,提供了肥料,实现了林牧双利。

4.4 优化后的生产能力

系统优化后,生产能力增强。粮食总产量将达到 3.47 万 t,比优化前的 3.08 万 t 多增加了 0.39 万 t(5 kg 马铃薯折粮 1 kg),人均可达到 444 kg;人工牧草由优化的 1.31 万 t 增加到 1.65 万 t;作物秸秆由优化前 3.54 万 t 增加到 4.16

万 t,有利的促进了畜牧业的发展。优化结构可获得总净产值 1.47 亿元,比优化前 1.33 亿元增加了 1 400 万元;人均净产值 2 344 元比优化前 1 701 元多增加 643 元。

5 优化结果的应用

本优化是以整体系统的进行线形规划,由于盐池县干旱风沙区地理特点、气候、市场等多方面因素的综合,本优化结果只是宏观上的决策,因此,在应用过程中各个区域可以根据本地区的产业结构及市场行情加以修正后再进行指导生产。

参考文献:

- [1] 盐池县志编纂委员会. 盐池县县志(1981-2000)[M]. 银川:宁夏人民出版社,2002.1-2.
- [2] 李生宝,蒋齐,戴秀章. 关于我国荒漠化土地综合治理基本理论探讨 [A]. 谢应忠,孙权. 宁夏生态环境恢复重建的理论与实践[C]. 银川:宁夏人民出版社,2004.22-24.
- [3] 杨修,李文华. 农业生态系统种养结合优化结构模式的研究[J]. 自然资源学报,1998,13(4):344-351.
- [4] 陈玉香,周道玮,张玉芬. 东北农牧交错带农业生态系统结构优化生产模式[J]. 农业工程学报,2004,20(2):250-254.
- [5] 尹长安,李培德,郭文远. 盐池县四墩子村草地农业系统中农业生产结构的调整[A]. 宁夏盐池草地系统研究[C]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1992.32-38.
- [6] 温学飞,王峰,石治林,等. 盐池县城西滩扬黄灌区生态农业建设[A]. 谢应忠,孙权. 宁夏生态环境恢复重建的理论与实践[C]. 银川:宁夏人民出版社,2004.250-252.
- [7] 秦建成,高明. 河西灌区三元种植结构研究[J]. 农业系统科学与综合研究,2003,19(4):315-318.
- [8] 林春梅. 吴桥县农牧业生产结构优化探讨[J]. 农业系统科学与综合研究,2004,20(2):107-108.