

现代烟草农业

马云飞, 陈梅, 熊承飞, 等. 基于 DEA 的烟叶生产效益分析——以贵州省某县为例 [J]. 中国烟草学报, 2019, 25 (5). MA Yunfei, CHEN Mei, XIONG Chengfei, et al. Benefit analysis of tobacco production based on DEA: a case study of a certain county in Guizhou province [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2019, 25(5). doi: 10.16472/j.chinatobacco.2019.061

基于 DEA 的烟叶生产效益分析——以贵州省某县为例

马云飞^{1,2}, 陈梅¹, 熊承飞², 艾永峰², 高维常¹,
林叶春¹, 莫静静¹, 潘文杰¹, 王丰¹

1 贵州省烟草科学研究院, 贵阳市观山湖区龙滩坝路29号 550081;

2 贵州省烟草公司铜仁市公司, 贵州铜仁市锦江路45号 554300

摘要: 为探索适合贵州山区最佳生产效益的种植规模, 以贵州某县 187 户烟农为对象, 对其年龄结构、文化素质、烟叶生产收益进行了调查分析, 并用 DEA 分析了最佳种植规模与效益。结果表明, 烟农平均种烟规模 2.82 hm², 平均年龄达 47 岁, 不同农户生产水平差异较大, 赢利水平变异较大。高中中专的烟农生产效益最高。0~1.33 hm² 区间的规模收益递增, 6.67 hm² 以上区间的规模收益递减。4 hm² 以上的烟农, 无效投入较多, 产出不足。1.33~4 hm² 区间的烟农综合效率最佳, 是适合贵州当地的最宜烟叶种植规模。建议: 一要引导高中中专、20~40 岁的农民加入到烟农队伍, 使烟农的整体素质得以提升。二要严控大规模种植, 提高小户 (0~1.33 hm²) 的种植面积, 形成以种植 1.33~4 hm² 为主体的烤烟种植模式, 以达到效益最优值。

关键词: DEA; 烟农; 种植规模; 生产效益

贵州具有悠久的烟叶种植历史^[1], 气候多样性为烟叶生长、质量形成奠定了良好基础, 是“蜜甜香型”和“清甜香型”的典型烟区^[2]。贵州烤烟产业在助农增收、脱贫攻坚和现代农业建设中发挥着重要作用。近年来, 随着烤烟物资价格的上涨、农村劳动力的大量转移、其它产业用工与用地的冲击, 种烟成本持续加大, 烟农种烟积极性下降明显, 成为影响烟叶产业可持续发展的不稳定因素。贵州烤烟存在生产要素相对分散、地理条件相对恶劣等劣势^[3], 探索适合贵州山区最佳生产效益的种植规模及其影响因素, 对于提高烟叶生产效率、持续发展烤烟产业具有重要意义。

美国著名运筹学家 Charnes 和 Cooper (1978) 应用对偶理论提出数据包络分析方法, 并给出了多投入多产出问题的评价方法, 提出了适用于规模报酬不变 (CRS) 的 C²R 模型^[4]。随后, 为了处理规模报酬可

变 (VRS) 的情况, Banker 等 (1984) 提出了 BC² 模型^[5]。数据包络分析法 (DEA) 在理论研究和实际应用方面都发挥了至关重要的作用, 被广泛应用农业资源配置和效率评价中。吕彬、张炳等^[6,7] 构建了生态效率指标并运用 DEA 方法对生态效率进行了评价。近几年, 不少学者运用 DEA 在烟草农业资源配置^[8]、烤烟生产率^[9-10]、烟农合作社^[11] 以及特定区域适宜种植规模^[12-13] 进行了实证研究。贵州烟区以山地和丘陵为主体, 土地过于分散、细碎, 单位面积劳动用工多, 许多烟区无法使用大型农业机械设备。对于贵州山区, 如何选择适度规模、烟农群体, 以期产生最佳的经济效益, 目前还鲜有报道^[14]。

本研究针对贵州某县 187 户烟农, 对其年龄结构、文化素质、烟叶生产投入及收益进行了调查分析, 并用 DEA 模型分析了最佳种植规模与效益, 对当前烤烟生产提出了建议。

基金项目: 中国烟草总公司科技重点项目“贵州蜜甜香清甜香亚高原山地生态烟叶开发”(110201802006); 贵州省烟草科学研究院自立项目“贵州烟叶生产服务主体经营现状与组织发展对策研究”(GZYKS2019-06)

作者简介: 马云飞 (1986—), 硕士, 主要从事烟叶栽培及现代烟草农业研究。Tel: 15186015525, Email: 029linyuan@163.com

通讯作者: 王 丰 (1980—), 博士, 副研究员, Tel: 18685981555, Email: yancaowangfeng@163.com

收稿日期: 2019-03-07; **网络出版日期:** 2019-07-26

1 研究的内容与方法

1.1 调查的内容

对贵州某县采取随机抽样的方法，确定 187 户烟农。通过一对问卷调查，了解其年龄结构、文化程度、种烟投入、交售烟叶的上等烟比例、均价和交售收入。

1.2 分析的方法

采用 SPSS 软件对年龄、文化程度、种烟投入与交售收入进行了统计学分析，利用数据包络分析法

(DEA) 对烟叶生产经营效率进行评价。

2 结果分析

2.1 调查样本的基本情况

调查的 187 户烟农（见表 1），平均年龄 46.7 岁，平均种烟规模 2.82 hm²，亩均投入 2282 元，上等烟比率 51.85%，亩均产量 113 kg，亩均产值 2756 元，户均赢利 15292 元。赢利水平差异较大，变异系数达到 245.79%。

表 1 烟农基本情况调查统计表

Tab. 1 Statistical table of basic information of tobacco farmers

指标	面积 /hm ²	年龄	亩均投入 / 元 · (667m ²) ⁻¹	亩均产量 / kg · (667m ²) ⁻¹	上等烟率 /%	亩均产值 / 元 · (667m ²) ⁻¹	户均赢利 / 元
均值	2.82	47	2282	113	51.85	2756	15292
极小值	0.27	27	373	14	12.12	287	-107000
极大值	9.47	72	4548	197	71.91	5175	113000
中值	2.47	47	2211	111	51.42	2728	14000
标准差	1.68	8	846	35	9.49	884	37585
变异系数 /%	59.67	17.77	37.05	31.04	18.3	32.07	245.79

为更好地研究不同种植规模的效益，对 187 户按照 0~1.33 hm²、1.33~2.67 hm²、2.67~4 hm²、4~5.33 hm²、5.33~6.67 hm²、6.67 hm² 以上进行分组，比较其生产投入及收益情况。结果显示，种植面积在 1.33~2.67 hm² 之间的有 54 户，占总样本数的 28.9%，6.67 hm² 以上区间仅为 5 户，占 2.7%。从投入来看，亩均投入与种植面积存在一定的正相关关系，0~1.33 hm² 的亩均投入最少，为 1786 元，显著低于其它各面积区间的投入；6.67 hm² 以上的投入最多，显著高于 0~1.33 hm²、1.33~2.67 hm² 规模种烟亩均投入。

上等烟比例以 4~5.33 hm² 区间最低，显著低于 0~1.33 hm²、1.33~2.67 hm² 区间。户均赢利 2.67~4 hm² 区间显著高于 0~1.33 hm² 区间。从年龄来看，2.67~4 hm² 区间的平均年龄最小，为 42.45 岁，显著低于 0~1.33 hm²、1.33~2.67 hm²、4~5.33 hm²。1.33 hm² 以上的各区间段的亩均产量、产值均高于 1.33 hm² 以下的，其中以 6.67 hm² 以上的区间平均亩产值最高。6.67 hm² 以上区间亩产值虽然高，但是由于投入也最大，赢利水平不如其它各区间段。另外，4~5.33 hm² 区间亩均赢利水平显著低于 0~1.33 hm²、1.33~2.67 hm²。户

表 2 不同规模生产收益比较

Tab. 2 Comparison of the production incomes under different planting scales

面积区间 / hm ²	户数	平均面积 / hm ²	年龄	亩均投入 / 元 · (667m ²) ⁻¹	上等烟率 /%	亩均产量 / kg · (667m ²) ⁻¹	亩均产值 / 元 · (667m ²) ⁻¹	亩均赢利 / 元	户均赢利 / 元
0~1.33	46	1.04	50.17a	1786c	53.64a	95a	2377a	591a	8583a
1.33~2.67	54	2.01	46.96b	2228b	52.89a	114b	2845b	617a	18488ab
2.67~4	40	3.20	42.45c	2458ab	51.63ab	126b	2989b	531ab	24922b
4~5.33	32	4.54	46.75ab	2636a	47.63b	118b	2774b	138b	8344ab
5.33~6.67	10	5.73	46.20abc	2675ab	51.48ab	125b	2900ab	225ab	19131ab
>6.67	5	8.04	46.20abc	2973a	53.80ab	122ab	3011ab	38ab	2229ab

注：小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著。

均赢利以 2.67~4 hm² 水平最高, 显著高于 0~1.33 hm² 区间水平。

总体来看, 面积越大, 亩均投入也相对越高, 产值加大, 但亩均赢利水平不高, 烟农种烟风险越大; 0~1.33 hm² 区间段烟农虽然亩均投入最低, 但是亩均产量与户均赢利水平不高。从烟农关注的亩均赢利和户均赢利看, 1.33~2.67 hm² 的亩均赢利水平最高,

2.67~4 hm² 区间段烟农平均年龄最低, 户均收益最高。

表 3 显示, 以 40~50 岁的烟农最多, 占 50.8%, 其次是 50~60 岁、再次是 30~40 岁, 此三个年龄段占烟农总数的 90.9%。60~70 岁的烟农种烟面积最低, 为 1.68 hm², 显著低于 30~50 岁之间的烟农。60~70 岁的烟农亩均产量、亩均产值较处于最低水平。不同年龄之间, 亩均投入、上等烟率、亩均赢利均无显著差异。

表 3 不同年龄段生产收益比较

Tab. 3 Comparison of production incomes of farmers with different ages

年龄区间	户数	面积 /hm ²	亩均投入 / 元 .(667m ²) ⁻¹	上等烟率 /%	亩均产量 / kg.(667m ²) ⁻¹	亩均产值 / 元 .(667m ²) ⁻¹	亩均赢利 / 元
20~30	6	2.34ab	2862a	54.16a	123ab	2978ab	116a
30~40	34	3.00a	2282a	54.82a	120b	2908a	626a
40~50	95	3.04a	2289a	51.42a	118b	2846a	557a
50~60	41	2.53ab	2251a	50.94a	103ac	2558ab	306a
60~70	11	1.68b	2021a	48.57a	87c	2127b	106a

注: 小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著。

表 4 显示, 烟农学历以初中为主, 占 68.4%; 大专及以上、文盲分别占 4.8% 和 1.1%。小学学历的烟农种烟平均面积最低, 为 1.74 hm², 显著低于其它学历高的。从亩均投入来看, 大专以上、高中中专的烟农显著高于初中学历, 高中中专的烟农显著高

于初中学历、小学学历的烟农。亩均产量以高中学学历最高, 达 140 kg/ 亩, 显著高于其它学历烟农 (文盲除外), 高中学学历的亩产值显著高于初中、小学烟农。不同学历之间, 上等烟率、亩均赢利无显著差异。

表 4 不同学历烟农生产收益比较

Tab. 4 Comparison of production incomes of farmers with different education levels

学历	面积 /hm ²	烟农数	亩均投入 / 元 .(667m ²) ⁻¹	上等烟率 /%	赢利 / 元	亩均产量 / kg.(667m ²) ⁻¹	亩均产值 / 元 .(667m ²) ⁻¹	亩均赢利 / 元
大专以上	3.42a	9	2828abc	57.61a	12667ab	111b	2928abc	100a
初中	2.94a	128	2178d	51.51a	15290ab	112b	2698bc	519a
高中中专	3.40a	21	2753b	51.35a	29070a	140a	3383a	630a
小学	1.74b	27	2250cd	51.69a	6039b	101b	2515c	265a
文盲	1.07ab	2	1961abcd	55.77a	7450ab	93ab	2404abc	443a

注: 小写字母不同表示在 0.05 水平差异显著。

2.2 基于 DEA 效率分析

数据包络分析方法 (DEA, Data Envelopment Analysis) 由 Charnes 和 Cooper 等提出^[4], 该方法的原理主要是通过保持决策单元 (DMU, Decision Making Units) 的输入或者输入不变, 借助于数学规划和统计数据确定相对有效的生产前沿面, 将各个决策单元投影到 DEA 的生前沿面上, 并通过比较决策单元偏离 DEA 前沿面的程度来评价它们的相对有效

性。DEA 方法并不直接对数据进行综合, 因此决策单元的最优效率指标与投入指标值及产出指标值的量纲选取无关。DEA 方法以决策单元输入输出的实际数据求得最优权重, 排除了很多主观因素, 具有很强的客观性。

假设有 n 个决策单元, 每个决策单元都有 m 种类型的输入和 s 种类型的输出。则 $X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T$; $Y_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj})^T$; $J = 1, 2, \dots, n$ 。其

中 X_j 和 Y_j 分别为 DMU_j 的输入向量和输出向量; $X_{ij} = DMU_j$ 对第 i 种输入的投入量, $X_{ij} > 0$; $Y_{rj} = DMU_j$ 对第 r 种输出的产出量, $Y_{rj} > 0$; $i = 1, 2, \dots, m$; $r = 1, 2, \dots, s$ 。要评价第 j_0 个评价单元相对有效性, 建立如下 C^2R 模型:

$$(D) \begin{cases} \min \theta = V_D \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s^+ = y_{r0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases}$$

决策单元为 DEA (C^2R) 有效的充分必要条件是 D 的最优值 $V_D = 1$, 且 $s^+ = 0, s^- = 0$ 。则决策单元 j_0 为 DEA 有效, 决策单元的经济活动同时为技术有效和规模有效; $V_D = 1$, 但至少某个输入或者输出大于 0, 则决策单元 j_0 为弱 DEA 有效, 决策单元的经济活动不是同时为技术效率最佳和规模最佳; $V_D < 1$, 决策单元 j_0 不是 DEA 有效, 经济活动既不是技术效率最佳, 也不是规模最佳。

通过以上方法计算出来的值是 CRS 模式下 DMU 总体有效性的绩效值, 隐含 DMU 规模报酬是固定的假设, 但有许多因素都可能导致 DMU 不能在这种假设下运行。所以 Banker 等提出了 C^2R 模型的改进方案^[15], 即 BC^2 模型。运用 DEA 的规模报酬不变的 C^2R 模型和规模报酬变化的 BC^2 模型测算综合效率值、纯技术效率值、规模效率值, 综合效率为纯技术

效率与规模效率的乘积。

采用 DEA 2.1 软件对 187 个数据进行评价, 评价的结果按 0~1.33 hm^2 、1.33~2.67 hm^2 、2.67~4 hm^2 、4~5.33 hm^2 、5.33~6.67 hm^2 、6.67 hm^2 以上 6 种规模分类后, 统计结果如表 5 所示。表中, “综合效率”、“技术效率”、“规模效率”这三个指标下的“均值”表示所在区间各种植主体的指标平均值。

从表 5 可知, 综合效率为“1”的烟农共 8 户, 占全样本数的 4.3%, 说明整体生产效率较低。其中 2.67~4 hm^2 规模中的农户数最多, 占 4 户, 占该规模农户数的 10%, 综合效率的平均值也最大, 为 0.70; 其次是 1.33~2.67 hm^2 、4~5.33 hm^2 , 分别占区间农户数的 3.7% 和 3.1%。纯技术效率为“1”的烟农共 21 户, 占总样本数的 11.2%。纯技术效率均值总体差异不大。规模效率为 1 的烟农数为 12 户, 占总样本数的 6.4%。规模效率以 6.67 hm^2 以上规模的平均值最低, 0~1.33 hm^2 种植规模的平均值次低。说明 0~1.33 hm^2 以及 6.67 hm^2 以上的烟农种植规模效率均不高。其它种植规模的规模效率都处于或接近最佳状态(规模效率都超过 0.9)。

从规模收益来看, 0~1.33 hm^2 烟农全部表现出规模收益递增的特征, 说明此区间的烟农提高种植规模可以获得更高的效益; 同时发现, 100% 的 6.67 hm^2 以上规模烟农以及 70% 的 5.33~6.67 hm^2 规模烟农表现为规模收益递减的特征, 说明这两种规模的烟农规模收益不高, 要适当降低规模。

表 5 不同种植规模的效率评价结果

Tab. 5 Evaluation results of efficiency under different planting scales

面积区间 / hm^2	户数	综合效率			纯技术效率			规模效率			规模收益递增		规模收益递减		规模收益不变	
		为 1 的数量	所占比例 /%	均值	为 1 的数量	所占比例 /%	均值	为 1 的数量	所占比例 /%	均值	户数	所占比例 /%	户数	所占比例 /%	户数	所占比例 /%
0~1.33	46	0	0.0	0.61	5	10.9	0.68	0	0.0	0.88	46	100.0	0	0.0	0	0.0
1.33~2.67	54	2	3.7	0.67	4	7.4	0.69	2	3.7	0.97	49	90.7	3	5.6	2	3.7
2.67~4	40	4	10.0	0.70	5	12.5	0.72	5	12.5	0.98	27	67.5	8	20.0	5	12.5
4~5.33	32	1	3.1	0.64	3	9.4	0.66	4	12.5	0.97	14	43.8	14	43.8	4	12.5
5.33~6.67	10	1	10.0	0.67	3	30.0	0.73	1	10.0	0.92	1	10.0	7	70.0	2	20.0
6.67~	5	0	0.0	0.65	1	20.0	0.87	0	0.0	0.76	0	0.0	5	100.0	0	0.0

2.3 DEA 目标改进分析

在不同的指标下 DEA 评价有可能不同, 为较好的反映评价目的和评价内容, 所以要选择合理科学的输入输出指标。种烟规模的大小, 一定程度决定了烟

农的总投入, 但受管理水平、受灾情况、技术操作到位于率等影响, 又不呈比例递增, 故选取种烟面积与总投入作为投入指标; 户均交售数量与交售收入, 两者存在极显著相关性(在 0.01 水平显著相关, 相关系

数为 0.982)，仅选取户均交售数量；前文分析得知，不同烟农之间赢利水平差异较大，考虑烟农更关心纯收益，为此选取户均纯收益作为产出指标。选取种植面积、总投入为投入指标，选取户均交售数量与纯收益为产出指标，来研究投入与纯收益的关系，得出目标改进的方向。为方便研究，以 1.33 hm² 的梯度分类，利用 deap2.1 分析软件，测算比较了 6 种规模其生产投入及纯收益情况。其输入情况见表 6，投影结果见表 7。

表 6 不同种植规模投入产出输入指标值

Tab. 6 Input-output indexes value under different planting scales

面积区间 / hm ²	产出指标		投入指标	
	户均交售数量 / 10 ³ kg	户均纯收益 / 万元	户均种植面积 / (hm ²)	户均总投入 / 万元
0~1.33	1.45	0.86	1.04	2.77
1.33~2.67	3.45	1.85	2.01	6.77
2.67~4	6.05	2.49	3.20	11.88
4~5.33	8.05	0.83	4.54	18.04
5.33~6.67	10.67	1.91	5.73	22.84
6.67~	14.66	0.22	8.04	35.86

表 7 Deap2.1 软件输出结果

Tab. 7 Output results of Deap2.1 software

面积区间	综合效率	纯技术效率	规模效率	特征
0~1.33	1	1	1	-
1.33~2.67	1	1	1	-
2.67~4	1	1	1	-
4~5.33	0.938	0.946	0.991	drs
5.33~6.67	0.985	1	0.985	drs
6.67~	0.964	1	0.964	drs
mean	0.981	0.991	0.990	

注：“irs”表示规模报酬递增；“drs”表示规模报酬递减；“-”表示规模报酬不变。

综合效率 = 纯技术效率 * 规模效率。

表 7 说明，在规模报酬不变情况下，不同种植规模综合效率均值为 0.981，其中 0~1.33 hm²、1.33~2.67 hm²、2.67~4 hm² 区间烟农的有效值为 1，DEA 有效；4~5.33 hm²、5.33~6.67 hm²、6.67 hm² 以上种植区间综合经营效率 < 1，还没有达到完全相对有效，说明这些种植规模的烟农经营效率水平还有待进一步提升。在规模报酬可变的情况下，4~5.33 hm² 的纯技术效率均值为 0.946，也未达到 DEA 有效。4~5.33 hm²、5.33~6.67 hm²、6.67 hm² 以上区间的规

模效率均低于 1。

对 DEA 无效的规模（4~5.33 hm²、5.33~6.67 hm²、6.67 hm² 以上）进行投影分析，通过适当调整投入数量和产出数量，实现目标的改进，来达到 DEA 有效的目的^[16]。基于投影分析的投入产出指标的调整值及目标值见表 8。在 4~5.33 hm² 区间，户均面积可以减少 0.28 hm²，户均投入可减少 2.23 万元，户均售烟收入可增加 2.48 万元，增加幅度达 199%。同样，5.33~6.67 hm² 区间、6.67 hm² 以上区间的都可减少户均面积、减少投入、增加产值以达到最佳的效益，实现 DEA 有效。对非 DEA 有效值的分析显示，如果生产技术到位，管理措施适当，种植面积和投入都可以大幅减少，户均收益可以进一步提高。

表 8 基于投影分析的目标值

Tab. 8 Target value based on projection analysis

面积区间 / (hm ²)	指标	调整前	调整值	目标值
4~5.33	户均面积 / (hm ²)	4.54	-0.28	4.26
	户均投入 / (万元)	18.04	-2.23	15.81
	户均交售数量 / (10 ³ kg)	8.05	0	8.05
	户均收益 / (万元)	0.83	2.48	3.31
5.33~6.67	户均面积 / (hm ²)	5.73	-0.09	5.64
	户均投入 / (万元)	22.84	-1.89	20.95
	户均交售数量 / (10 ³ kg)	10.67	0	10.67
	户均收益 / (万元)	1.91	2.48	4.39
6.67~	户均面积 / (hm ²)	8.04	-0.29	7.75
	户均投入 / (万元)	35.86	-7.07	28.79
	户均交售数量 / (10 ³ kg)	14.66	0	14.66
	户均收益 / (万元)	0.22	5.81	6.03

3 结论与建议

通过对贵州某县的烟农现状调查分析，烟农平均种植规模 2.82 hm²，亩均产量 113 kg，亩均产值 2756 元，户均赢利 15292 元。由于受不同农户生产水平等的影响，赢利水平变异较大。亩均投入与种植面积存在一定的正相关关系，0~1.33 hm² 的亩均投入最少，6.67 hm² 以上的亩均投入最高；从烟农关注的亩均赢利和户均赢利看，1.33~2.67 hm² 的亩均赢利水平最高，2.67~4 hm² 区间段户均收益最高。

烟农的年龄多数集中在 40~50 岁，烟农年龄结构老化严重；同时，40~50 岁的烟农种烟面积最大，年

龄最高（60~70岁）和年龄最低（20~30岁）区间的烟农种烟面积较低。50~70岁的烟农亩均产量处于最低水平，需重点培育更年轻的烟农。烟农学历以初中为主，大专以上及文盲学历的烟农均较少。高中中专的烟农亩均产量、亩均产值、亩均赢利、总赢利均最高，其它指标也处于较优水平，但是数量仅占11.2%。需积极引导更多高中中专学历的农民加入烟农队伍。

通过 DEA 进行烟农的生产效益评价可知，0~1.33 hm² 规模的规模收益递增，说明可适当提高规模，以达到最佳的收益水平。6.67 hm² 以上种植区间的规模收益递减，说明要严控规模，否则可能得到负收益。通过 DEA 投影分析表明，4 hm² 以上的所有区间烟农，无效投入较多，产出水平不够，非 DEA 有效值。4~6.67 hm² 之间的种植农户，要切实通过加强管理，减少不必要投入，加强管理水平，提高生产技术落实到位率，来提高烟叶种植的综合收益。1.33~4 hm² 区间的烟农综合效率最佳，是适合贵州当地的最宜烟叶种植规模，要稳定住此区间的种植农户数，同时不要盲目提高或降低规模。

对烤烟生产提出以下建议：第一，选择适宜的烟农作为培育重点。要引导高中中专、20~40岁的农民加入到烟农队伍，使烟农的整体素质得以提升。第二，要严控大规模种植。贵州土地过于分散、细碎，单位面积用工量多，单产水平不高^[17]。目前，贵州烟区以合作社生产烤烟的组织模式不断显现出来^[14, 18]，相对于其他组织形式来看，合作社生产烤烟的种植面积较大，成本投入较大，这种组织形式种植烤烟存在无效投入，种烟风险较大，需要种植合作社和烟草企业共同探索。第三、要推动土地流转，提高土地利用效率。提高小户（0~1.33 hm²）的种植面积，形成以种植 1.33~4 hm² 为主体的烤烟种植模式，以达到效益最优值。因此，要加强种植规模的布局，将有限的计划资源分配给优质的产区、综合素质较高的烟农，推动烤烟产业从数量型向高质量效益型转变。

参考文献

- [1] 杨春元主编. 贵州烟草品种资源 卷 1 [M]. 贵阳: 贵州科技出版社. 2008.
YANG Chunyuan. Guizhou Tobacco Variety Resources Volume 1[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Publishing House. 2008.
- [2] 乔学义, 王兵, 熊斌, 等. 全国烤烟烟叶特征香韵地理分布及变化 [J]. 烟草科技, 2017, 50(5): 66-72.
QIAO Xueyi, WANG Bing, XIONG Bin, et al. Geographical distribution and variation of characteristic aroma notes of flue-cured tobacco leaves in China [J]. Tobacco Science & Technology, 2017, 50(5): 66-72.
- [3] 陈卫东, 李继新, 王丰. 山区“珍珠项链式”现代烟草农业建设模式创新与实践 [J]. 中国烟草学报, 2013, (3): 72-76.
CHEN Weidong, LI Jixin, WANG Feng. Innovation of pearl necklace model in modern tobacco agriculture development and its practice in mountainous areas[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2013, (3): 72-76.
- [4] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research [J]. 1978, 2(6): 429-444.
- [5] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science[J]. 1984, 30(9): 1078-1092.
- [6] 吕彬, 杨建新. 生态效率方法研究进展与应用 [J]. 生态学报, 2006, 26(11): 3898-3906.
LV Bin, YANG Jianxin. Review of methodology and application of eco-efficiency[J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(11): 3898-3906.
- [7] 张炳, 黄和平, 毕军. 基于物质流分析和数据包络分析的区域生态效率评价——以江苏省为例 [J]. 生态学报, 2009, 29(5): 2473-2480.
ZHANG Bing, HUANG Heping, BI Jun. Material flow analysis and data envelopment analysis based regional eco-efficiency analysis: case study of Jiangsu Province[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(5): 2473-2480.
- [8] 宋朝鹏, 段史江, 张文平, 等. DEA 方法在现代烟草农业资源配置效率评价中的应用 [J]. 云南农业大学学报, 2011, (2): 224-228, 245.
SONG Zhaopeng, DUAN Shijiang, ZHANG Wenping, et al. Application of DEA model in the resource allocation efficiency evaluation of modern tobacco agriculture[J]. Journal of Yunnan Agricultural University, 2011, (2): 224-228, 245.
- [9] 苏新宏, 马聪, 侯鹏, 等. 河南烤烟全要素生产率实证分析——基于 DEA-Malmquist 指数法 [J]. 中国烟草学报, 2016, (1): 130-137.
SU Xinhong, MA Cong, HOU Peng, et al. Empirical analysis of total factor productivity of flue-cured tobacco in Henan province based on DEA-Malmquist index[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2016, (1): 130-137.
- [10] 蔡瑞林, 陈万明, 朱广华, 等. 我国烟草种植业的效率评价 [J]. 中国烟草学报, 2015, (4): 121-129.
CAI Ruijin, CHEN Wanming, ZHU Guanghua, et al. Efficiency evaluation of tobacco production sector in China [J]. Acta Tabacaria Sinica, 2015, 21(4): 121-129.
- [11] 刘文丽, 丁快快, 曾尚梅, 等. 基于 DEA 模型的烟农专业合作社经营效率研究——以湖南省为例 [J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(9): 127-132.
LIU Wenli, DING Kuaikuai, ZENG Shangmei, et al. Study on business efficiency of tobacco farmers' cooperatives based on DEA: with an example of Hunan province [J]. Journal of Central South University of Forestry & Technology, 2016, 36(9): 127-132.
- [12] 张宏永, 刘伟平. 烟农种植规模效率及影响因素分析: 以福建为例 [J]. 贵州农业科学, 2011, (12): 248-253.
ZHANG Hongyong, LIU Weiping. Analysis on scale efficiency of tobacco cultivation and influence factors: taking Fujian province as a case[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2011, (12): 248-253.
- [13] 张培兰, 史宏志, 杨超, 等. 基于数据包络分析 (DEA) 的重庆山地烤烟适宜种植规模研究 [J]. 中国烟草学报, 2012, (3): 87-92.
ZHANG Peilan, SHI Hongzhi, YANG Chao, et al. Study on optimal farming size of flue-cured tobacco in Chongqing mountainous regions based on data envelopment analysis[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2012, (3): 87-92.

- [14] 谭建, 林琳, 陈青梅. 基于 DEA 与改进的 TOPSIS 的现代农业组织效率与规模研究——以贵州烟草农业为例 [J]. 湖南农业科学, 2014, (19): 66-69.
TAN Jian, LIN Lin, CHENG Qingmei. Efficiency and scale of modern agricultural organization based on improved TOPSIS and DEA with Guizhou tobacco agriculture as an Example[J], Hunan Agricultural Sciences, 2014, (19): 66-69.
- [15] 魏权龄. 数据包络分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2004: 2-10.
WEI Quanling. Data Envelopment Analysis[M]. Beijing: Science Press, 2004: 2-10.
- [16] 汪旭晖, 刘勇. 基于 DEA 模型的我国农业生产效率综合评价 [J]. 河北经贸大学学报, 2008, 29(1): 53-59.
WANG Xuhui, LIU Yong. Overall appraisal of agricultural production efficiency in China based on DEA model[J]. Journal of Hebei University of Economics and Trade, 2008, 29(1): 53-59.
- [17] 郜红娟, 蔡广鹏, 张新鼎, 等. 我国烤烟生产比较优势时空演变 [J]. 烟草科技, 2018, 51(2): 25-33.
GAO Hongjuan, CAI Guangpeng, ZHANG Xinding, et al. Spatial-temporal variability of comparative advantage of flue-cured tobacco production in China[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(2): 25-33.
- [18] 廖勇, 谭建, 杨建志, 等. 贵阳市烤烟种植大户经营模式的调查 [J]. 贵州农业科学, 2007, (3): 91-92.
LIAO Yong, TAN Jian, YANG Jianzhi, et al. Investigation on management models of tobacco specialized households in Guiyang[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2007, (3): 91-92.

Benefit analysis of tobacco production based on DEA: a case study of a certain county in Guizhou province

MA Yunfei^{1,2}, CHEN Mei¹, XIONG Chengfei², AI Yongfeng², GAO Weichang¹,
LIN Yechun¹, MO Jingjing¹, PAN Weijie¹, WANG Feng¹

1 Guizhou Academy of Tobacco Science, Guiyang 550081;

2 Tongren Branch of Guizhou Provincial Tobacco Company, Tongren 554300

Abstract: To explore the optimal tobacco planting scale and realize the best production benefit in Guizhou mountainous areas, data of 187 tobacco farmers in a county of Guizhou were collected, including age structure, education background, tobacco production benefit. The optimal tobacco planting scale and benefit were analyzed by DEA (Data Envelopment Analysis). Results show that the average tobacco planting scale per farmer is 2.82 hm², the average age of farmer is 47 years old, and farmers differ greatly from each other in production level and profit level. Farmers with high and secondary school background have the highest production efficiency. The scale income within the planting scale range of 0-1.33 hm² gradually increases, while that over 6.67 hm² decreases. Farmers with planting scale over 4 hm² have more ineffective inputs and insufficient output. The comprehensive efficiency of tobacco farmers with planting scale range of 1.33-4 hm² is the best. These results suggest that farmers aged 20-40 with high and secondary school background should be guided into tobacco farming, so as to improve overall quality. Large-scale planting should be strictly controlled with planting area of 1.33-4 hm² as the optimal scale to achieve the best benefit.

Keywords: DEA; tobacco farmers; planting scale; production benefit

*Corresponding author. Email: yancaowangfeng@163.com