

· 技术方法 ·

基于 AEZ 模型的我国农作制区油菜产量潜力的分析*

蔡承智

(贵州省科技情报研究所, 贵阳 550004)

摘 要 该文根据联合国粮农组织 (FAO) 和国际应用系统分析研究所 (IIASA) 基于中国 1961~1997 年的统计资料 (经多方校正) 共同开发的 AEZ 模型, 运用 GIS 平台计算了中国 41 个农作制亚区的油菜生产潜力, 并指出了单产最高潜力分布区域。研究结果表明: 我国油菜的最高产量潜力大约将是目前产量的 2~3 倍。这对我国油菜高产育种及栽培具有重要参考意义。

关键词 AEZ 模型 油菜 产量潜力 农作制区划

关于作物产量潜力, 学术界已进行了广泛深入的研究^[1-5]。油菜是我国最重要的油料作物。随着人口的不断增长和耕地面积的日益减少, 油菜高产育种及栽培一直受到政府、农业科教工作者、农民的关注和重视。为此, 研究油菜产量潜力及高产区域分布, 对我国油菜布局、油菜高产育种和栽培具有重要参考意义。

一、材料与方法

(一) 预测模型

该文在我国农作制区划基础上, 运用联合国粮农组织 (FAO) 和“国际应用系统分析研究所” (IIASA) 共同开发的“农业生态区划 (Agro-ecological Zone, 简称 AEZ)”模型, 在 GIS 平台下计算了我国 41 个农作制亚区的油菜生产潜力。

AEZ 模型的基础是 Mitscherlich-Baule 的复合指数方程^[6]:

$$Y = [(1 - e^{-b_1 - a_1 X_1}) - N] \dots [(1 - e^{-b_n - a_n X_n}) - N] \quad (1)$$

方程 (1) 中 Y 为产量基数, a、b 为作物参数, $1 \dots n$ 为作物产量贡献因子, N 为作物产量潜力。

计算油菜的区域生产潜力, 是在二维空间中将区域划分成每 5 km^2 的若干单元, 求全部单元的加权平均值。将农田划分为雨养田和灌溉田, 得如下公式。

$$Y_l^R = \sum_{ij \in \text{CSZ}} S_{ij} A_{ij} Y_{ij}^{lR} / \sum_{ij \in \text{CSZ}} S_{ij} A_{ij} \quad (2)$$

公式 (2) 中的各项参数为: Y 为作物产量潜力 (t / hm^2), l 为作物, R 为雨养, i 为横向单元序列, j 为纵向单元序列, S 为雨养面积比例 (%), A 为耕地面积 (hm^2)。

$$Y_l^I = \sum_{ij \in \text{CSZ}} S_{ij} A_{ij} Y_{ij}^{lI} / \sum_{ij \in \text{CSZ}} S_{ij} A_{ij} \quad (3)$$

公式 (3) 中的各项参数为: Y 为作物产量潜力 (t / hm^2), l 为作物, I 为灌溉, i 为横向单元序列, j 为纵向单元序列, S 为灌溉面积比例 (%), A 为耕地面积 (hm^2)。

CSZ 代表农作制中的种植制度分区 (Cropping Systems Zone)。

AEZ 模型分高投入、中投入、低投入 3 种情形预测我国区域作物生产潜力。由于我国人多地少的国情, 决定我国必须走高投入高产出的农业发展道路, 因此, 选择高投入预测结果。

(二) 预测区域

在耕作制度区划基础上, 根据地缘、农作制及社会经济特征差异, 刘巽浩等将我国农作制划分为 10

收稿日期: 2005-12-26 作者为副研究员

* 国家自然科学基金委资助国际合作项目 (YSSP) “基于 AEZ 模型的中国未来粮食安全的农作制区划分析”, 2004 年夏季完成于奥地利“国际应用系统分析研究所” (IIASA)。

大区及其 41 亚区^[7]。分区的最小单元为县级区域,即保证县域的完整性,跨越地区及省级行政边界。由于分区考虑到区域之间农作制特征的最大相似性,因此在此基础上预测区域油菜生产潜力,比依据省级区域预测具有更高的可靠性。因为有的省份如内蒙古、新疆等大省(区),境内各地区间农作制特征差异太大,作物生态适应性和生产潜力一致性低,预测结果必然带来很大误差(表 1)。

表 1 我国农作制分区

大区	亚区	区名
1 区:东北平原山区半湿润温凉一熟农林区	1.1	兴安岭丘陵山地纯林区与山麓岗地温凉作物一熟区
	1.2	三江平原温凉作物一熟区
	1.3	松辽平原喜温作物一熟区
	1.4	长白山温和作物一熟农林区
	1.5	辽东滨海平原温暖作物一熟农渔区
2 区:黄淮海平原半湿润暖温灌溉集约农作区	2.1	环渤海山东半岛滨海外向型二熟农渔区
	2.2	燕山太行山山前平原水浇地二熟区
	2.3	海河低平原缺水水浇地二熟兼旱地一熟区
	2.4	鲁西平原鲁中丘陵水浇地二熟兼一熟区
	2.5	黄淮平原南阳盆地水浇地旱地二熟区
	2.6	汾渭谷地水浇地二熟旱地一熟兼二熟区
	2.7	豫西丘陵山地旱坡地一熟水浇地二熟区
3 区:长江中下游沿海平原丘陵湿润中热水田集约农作区	3.1	黄海东海平原二三熟外向型农渔区
	3.2	江淮江汉平原丘陵旱水二熟兼三熟农区
	3.3	两湖平原丘陵水田二三熟农区
4 区:江南丘陵山地湿润中热水田二三熟农林区	4.1	浙闽丘陵山地二三熟农林区
	4.2	南岭丘陵山地二三熟农林区
5 区:华南湿热双季稻与热作农林区	5.1	华南沿海平原丘陵水田二三熟兼热作区
	5.2	海南岛雷州半岛西双版纳水田旱地二熟兼热作区
6 区:北部低中高原半干旱凉温旱作兼放牧区	6.1	内蒙古高原北部(半)干旱草原放牧兼农区
	6.2	后山坝上晋西北中高原山地喜凉作物一熟兼轮歇区
	6.3	黄土高原西部黄土丘陵半干旱喜凉作物一熟农区
	6.4	蒙东南辽吉西冀北半干旱喜温作物一熟农区
	6.5	晋东土石山地半湿润易旱一熟休闲农区
	6.6	黄土高原东部丘陵易旱喜温作物一熟农区
	6.7	黄土高原南部塬区半湿润一熟休闲农区
7 区:西北干旱中温绿洲灌溉农作区兼荒漠放牧区	7.1	河套河西走廊灌溉一熟休闲农区与阿拉善高地荒漠草原牧区
	7.2	北疆灌溉兼旱作一熟休闲农区与荒漠草原牧区
	7.3	南疆灌溉一二熟农区与荒漠草原牧区
8 区:四川盆地湿润中熟麦稻二熟集约农区	8.1	成都平原水田麦稻二熟农区
	8.2	川中丘陵水田旱地二熟农区
9 区:西南中高原山地湿熟水旱二熟粗放农林区	9.1	秦巴山区旱坡地二熟一熟兼水田二熟农林区
	9.2	川鄂湘黔交界低高原山地水田旱地二熟农林区
	9.3	贵州高原水田旱地二熟兼一熟农林区
	9.4	滇中高原盆地水田旱地二熟兼一熟农林区
	9.5	横东高原高山峡谷旱地一二熟兼水田二熟农林区
	9.6	滇南中低山宽谷炎热旱地水田二熟农区
10 区:青藏高原干旱半干旱高寒牧区兼河谷一熟农林区	10.1	青甘干旱半干旱喜凉作物一熟轮歇农区与高寒草原荒漠牧区
	10.2	川西藏东南半湿润凉温作物一熟农林牧区
	10.3	藏西南谷地半干旱喜凉作物一熟兼草原牧区
	10.4	西藏高寒干旱荒漠草地牧区

二、结果与分析

AEZ 模型是依据经过多方核对的我国 1961~1997 年县级统计资料开发的,将农田分为雨养田和灌溉田,因而油菜产量潜力也相应分为雨养潜力和灌溉潜力。依据雨养田与灌溉田面积比例,油菜的平均生产潜力为二者的加权平均。例如,第 27 亚区:雨养面积为 98.2%,灌溉面积占 1.8%,雨养潜力为 1.5t/hm²,灌

溉潜力为 4.4t/hm²,则平均潜力为 1.6t/hm²(98.2×1.5+1.8×4.4)/100;播种面积为 22.9 万 hm²,生产潜力为 3.5 万 t(22.9×1.6)。



图 1 我国农作制区划

将表 2 各区结果相加,油菜总产潜力为 0.35 亿 t。我国油菜单产最高潜力主要分布在秦巴山区、长白山温和区及滇南中低河谷地区,为 3.3~3.7t/hm²,大约是目前大面积油菜单产的 2~3 倍;总产潜力主要分布在川中丘陵、黄淮平原南阳盆地及江淮江汉平原丘陵。

表 2 中国各农作制区油菜生产潜力

亚区	播种面积 (1 000hm ²)	灌溉比例 (%)	雨养比例 (%)	雨养潜力 (t/hm ²)	灌溉潜力 (t/hm ²)	单产潜力 (t/hm ²)	总产潜力 (1 000t)
11	123.0	0	100	1.5	2.1	1.5	184.5
13	266.7	0.8	99.2	2.3	3.8	2.3	616.6
14	40.4	0	100	3.5	3.6	3.5	141.4
15	66.8	0	100	2.8	4.3	2.8	187.0
21	599.3	0.5	99.5	1.8	4.2	1.8	1 085.9
22	292.7	0.1	99.9	0.5	4.3	0.5	147.5
23	614.6	0.2	99.8	0.7	4.3	0.7	434.6
24	432.3	0	100	1.8	4.3	1.8	778.1
25	1 688.6	0	100	2.8	3.8	2.8	4 728.1
26	94.9	0	100	1.9	4.3	1.9	180.3
27	228.6	1.8	98.2	1.5	4.4	1.6	354.8
31	817.0	0	100	2.8	2.8	2.8	2 287.6
32	2 375.0	0	100	3.1	3.1	3.1	7 362.5
33	946.0	0	100	2.5	2.5	2.5	2 365.0
41	185.0	0	100	2.2	2.2	2.2	407.0
42	243.8	0	100	2.4	2.4	2.4	585.1
51	544.4	0	100	2	2	2.0	1 088.8
52	180.7	0	100	2.2	2.5	2.2	397.5
61	372.4	2.1	97.9	0.5	3	0.6	205.8
62	397.1	1.8	98.2	0.8	3.5	0.8	337.0
63	350.2	0.2	99.8	1.3	3.1	1.3	456.5
64	481.2	4.2	95.8	0.7	4.4	0.9	411.6
65	215.5	2.7	97.3	1.6	4.4	1.7	361.1
66	191.8	0.1	99.9	1.3	4.4	1.3	249.9
67	180.8	0	100	2.4	4.4	2.4	433.9
71	288.3	9.8	90.2	0.1	4.3	0.5	147.5
72	152.2	9.2	90.8	0	4.1	0.4	57.4
73	56.0	1.1	98.9	0	4.4	0.0	2.7

由于油菜单产潜力的 AEZ 模型预测是建立在全部耕地充分利用前提下,即假定能够种植油菜的耕地都种植油菜,每个单元上将获得相应不同产量潜力,然后将区域内的全部单元产量潜力加权平均得到油菜的区域单产潜力,所以有的地方单产潜力低于当前单产,因为当前单产是建立在实际播种面积基础上。但当前单产必然低于最高潜力,因为最高潜力是最适合单元格上的单产潜力。油菜的单产潜力和生产潜力如表 2 所示。

其中,第 12 亚区没有油菜数据,第 104 亚区没有油菜种植,所以表 2 中没有数据。

续表 2 中国各农作制区油菜生产潜力

亚区	播种面积 (1 000hm ²)	灌溉比例 (%)	雨养比例 (%)	雨养潜力 (t/ hm ²)	灌溉潜力 (t/hm ²)	单产潜力 (t/hm ²)	总产潜力 (1 000t)
81	390.9	0	100	2.4	2.6	2.4	938.2
82	967.0	0	100	2.7	2.7	2.7	2 610.9
91	324.8	0	100	3.7	3.8	3.7	1 201.8
92	351.4	0	100	3	3	3.0	1 054.2
93	580.8	0	100	2.9	2.9	2.9	1 684.3
94	205.5	0	100	3.1	3.6	3.1	637.1
95	76.0	0.2	99.8	3.2	4	3.2	243.3
96	80.9	0	100	3.3	3.6	3.3	267.0
101	20.0	5.8	94.2	0.2	0.4	0.2	4.2
102	14.5	0.3	99.7	1.1	1.6	1.1	16.0
103	32.8	1	99	0.9	1.3	0.9	29.7

资料来源:IIASA;年代:2000

三、结论与讨论

作物的最高产量潜力是否有极限,一直是学术界争论的问题。通过该文分析得出,不管采取何种手段进行高产育种及栽培,作物的最高产量潜力都是有限的,油菜也不例外。同一作物在不同的种植地区,其最高产潜力极限不同,这主要取决于当地的温度、降水和土壤等条件。根据农业生态条件、农作制特征和作物分布等进行我国农作制区划,有利于研究不同作物在我国不同区域的生产能力及潜力。我国幅员辽阔、地域差异大。理论上讲,水稻、小麦、玉米、油菜、大豆、马铃薯等主要作物在我国都有相应的最适宜区域。作物在最适宜区域的产量潜力在很大程度上可视为其在我国的产量潜力极限,而在其他地区几乎是不可能超越的。该研究表明,我国油菜最高产量潜力主要分布在秦巴山区、长白山温区和滇南中低河谷地区,其高限大约是目前我国油菜大面积产量的 2~3 倍;总产潜力主要分布在川中丘陵、黄淮平原南阳盆地及江淮江汉平原丘陵。这对指导我国油菜高产育种及栽培具有重要的参考意义。

参考文献

1 杨守仁,郑丕尧,王经武,等.作物栽培学概论.北京:中国农业出版社,1989,86~125
2 董钻,沈秀瑛,官春云,等.作物栽培学总论.北京:中国农业出版社,2000,93~97
3 白莉萍,陈阜.国内外作物生产潜力研究现状与评价.作物杂志,2002,(1):7~9
4 蔡承智,陈阜,徐杰,等.作物产量潜力及其提高途径探讨.农业现代化研究,2002(6):465~468
5 蔡承智,陈阜,隋鹏,等.作物产量潜力极限研究.中国生态农业学报,2005,(2):145~148
6 Peter Albersen, Gunther Fischer, Michiel Keyzer, etc. Estimation of Agricultural Production Relations in the LUC Model for China. International Institute for Applied Systems Analysis, Austria (2002:13, 14, 20
7 刘翼浩,陈阜.中国农作制.北京:中国农业出版社,2005,46~172

RAPE YIELD POTENTIAL ANALYSIS OF CROPPING
SYSTEM REGIONS IN CHINA BASED ON AEZ MODEL
Cai Chenzhi

(Science and Technology Information Institute of Guizhou Province, Guiyang 550004)

Abstract According to AEZ model jointly developed by FAO and IIASA based on the statistical data from 1961 to 1997 (through revision by many sides), this paper calculates rape yield potential of 41 cropping system sub—regions in China by GIS platform, and points out the region location where the single yield potential is the highest. Research results show that the highest yield potential of rape in China will be 2 — 3 times of the present yield. This is of important reference significance for high yield breeding and cultivation of rape in China.
Keywords AEZ model;rape;yield potential;cropping system regional planning