

# 内蒙古粮食作物热量和降水资源利用效率的分布特点

高涛<sup>1</sup>, 于晓<sup>2</sup>, 李海英<sup>3</sup>

(1. 内蒙古气象科学研究所, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古计算机应用研究院, 呼和浩特 010010; 3. 内蒙古气象台, 呼和浩特 010051)

**摘要:** 利用 1991~ 2000 年内蒙古地区气温、降水及主要粮食作物产量数据, 分别给出热量和降水量的利用效率, 并根据综合指数对光、热、降水资源利用效率作出综合评价, 得出了内蒙古主要粮食作物气候资源综合利用效率的区域分布: 粮食、玉米和小麦除黄灌区外东部平均综合利用效率高于中西部, 谷子则中西部高于东部。

**关键词:** 农业气候资源; 综合指数; 分布特点; 利用效率

**中图分类号:** S5; S161.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000- 7091(2003)02- 0099- 04

## A Comprehensive Commentary on Distribution Features of Agroclimatic Resource Efficiency of Grain Crops in Inner Mongolia

GAO Tao<sup>1</sup>, YU Xiao<sup>2</sup>, LI Hai-ying<sup>3</sup>

(1. Inner Mongolia Meteorological Institute, Huhhot 010051, China;

2. The Computer Application Research Institute of Inner Mongolia, Huhhot 010010, China;

3. The Observatory of Inner Mongolia, Huhhot 010051, China)

**Abstract:** In this paper, an aggregative index has been defined in order to describe the comprehensive features of agroclimatic resources efficiency in Inner Mongolia. Based on the calculation of meteorological and grain yield data of the 10 years (1991- 2000), we analyzed heat and rainfall utilization efficiency distribution of main grain crops at 29 represent stations. The result shows that the aggregative indexes of grain crops, spring wheat and maize are higher in eastern part than that in central-western region except the irrigation areas of Yellow River in Inner Mongolia, while the index of millet in the central-western part is higher than that in the eastern part.

**Key words:** Agroclimatic resource; Aggregative index; Distribution feature; Utilization efficiency

内蒙古大部分地区属干旱和半干旱区域, 生态环境恶劣, 是我国荒漠化最严重的地区之一。特别是整个内蒙古中西部地区平均年降雨量不足 300 mm, 并且大部分降水集中在夏秋两季, 5~ 10 月份平均降水量为 237. 9 mm, 约占全年降水量的 90. 6%。而冬春季(头年 11 月~ 当年 4 月)降水稀少, 仅有 24. 7 mm, 约占全年的 9. 4%。冬春季降水稀少对土壤保墒和春季播种极为不利, 而秋季收获期过多的降水又会影响收成。粮食作物气候资源利

用率区域分布不均, 不同作物在不同地区利用效率也相差较大。因此, 对内蒙古农业气候资源的利用作综合分析, 研究其分布特点是指导粮食生产和发展地区经济的需要。

### 1 热量和降水量利用效率

选取内蒙古农区 29 个旗(县)为代表站, 各站主要粮食作物单产、年降水量和积温( $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ )采用 1991~ 2000 年的平均数。

收稿日期: 2002- 12- 30

作者简介: 高涛(1959- ), 女, 内蒙古呼和浩特人, 高级工程师, 在读硕士, 主要从事气象科研工作。

设  $M$  为代表站个数, 作物的热能利用效率  $HUE_i$  和降水量利用效率  $PUE_i$  按如下公式计算:

$$HUE_i = Y_i / T_i, \quad (i = 1, 2, \dots, M) \quad (1)$$
$$PUE_i = Y_i / P_i \quad (i = 1, 2, \dots, M) \quad (2)$$

其中,  $T_i$  是第  $i$  站  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温或  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温,

$P_i$  是年降水量(mm)。

以  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温为喜凉作物如麦类作物等生长期的热量条件,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  的积温为喜温作物如玉米、豆类等作物生长期的热量条件。

按照公式(1)和(2)计算的热能和降水量利用效率结果如表 1。

表 1 内蒙古主要粮食作物热量与降水量利用效率

旗县	粮食热量利用率( kg/hm <sup>2</sup> ℃)		主要粮食作物降水量利用率( kg/hm <sup>2</sup> mm)			
	$\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	粮食	小麦	玉米	谷子
鄂伦春	0.86	0.90	3.32	3.73	4.34	3.20
莫旗	0.56	0.62	3.29	4.78	5.50	2.70
阿荣旗	0.67	0.75	4.04	3.03	6.64	3.15
扎兰屯	0.81	0.90	4.39	3.19	7.22	3.69
扎赉特	0.94	1.07	7.39	4.55	9.35	4.06
乌兰浩特	0.92	1.05	6.92	6.26	9.12	4.03
突泉	0.94	1.08	7.08	7.02	9.67	3.96
扎鲁特	0.65	0.76	6.38	8.93	11.27	4.98
左中	1.27	1.47	11.74	10.66	14.52	4.77
巴林左	0.58	0.67	4.72	7.18	10.13	2.92
奈曼	0.95	1.12	9.32	10.52	13.73	4.17
敖汉	0.92	1.07	7.04	6.40	12.87	3.91
宁城	1.18	1.39	9.16	8.06	13.43	5.16
翁旗	0.85	1.00	7.84	5.35	17.22	3.79
克什克腾	0.68	0.76	4.43	4.44	9.86	2.95
多伦	0.56	0.62	3.48	2.88	5.24	
宝昌	0.53	0.58	3.45	2.93	5.75	
化德	0.46	0.51	3.69	1.82	8.70	
中旗	0.69	0.74	4.27	3.06	8.59	
丰镇	0.55	0.63	4.89	5.06	9.82	3.62
四子王	0.41	0.46	3.59	2.26	10.99	
清水河	0.53	0.63	4.37	8.32	11.82	2.98
土左	1.41	1.66	12.90	9.29	19.10	7.31
达茂	0.34	0.38	3.95	2.94	12.33	
固阳	0.33	0.38	3.55	3.08	12.73	4.43
东胜	0.47	0.54	4.11	5.06	8.65	1.83
乌前旗	1.39	1.64	24.10	21.55	38.87	4.93
杭锦	1.29	1.49	15.75	15.50	24.52	2.12
准旗	0.50	0.59	4.81	6.19	12.66	2.13
平均值	0.74	0.85	6.47	6.13	11.49	3.77

全区平均热量利用效率  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  达 0.74,  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  达 0.85, 与全国 0.84 的水平相差不多。各旗县热量利用效率差异较大, 以  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温利用率计, 最高 1.41, 最低只有 0.33, 相差 4.3 倍。以  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  积温计, 最高 1.66, 最低 0.38, 也是相差 4.3 倍。表 1 表明  $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  粮食作物热量利用效率东部高

于中西部, 平均分别高出 0.18 和 0.19。中西部黄河灌区普遍高于其他地区, 如土左旗、杭锦旗和乌前旗均大于 1.29, 而其他各地除个别灌区旗县外一般都小于 1.10。旱区由于缺水, 热量利用效率普遍低于灌区。热量利用效率并不随热量资源的增减而呈现规律性的变化。如大兴安岭东南麓的莫旗, 全年

$\geq 0$  °C 的积温为 3 270 °C, 利用效率为 0.86, 而积温为 3 585 °C 的扎鲁特旗只有 0.65。即使具有相似热量资源的不同旗县热量利用效率差别也很明显, 如同处阴山北麓  $\geq 10$  °C 积温在 2 570~ 2 590 °C 的多伦为 0.62, 四子王为 0.46, 相差 0.16。

降水量利用效率只反映降水对粮食产量形成的贡献, 即每生产 1 kg 粮食所消耗的降水量。

内蒙古粮食作物平均降水利用率高达 6.47, 比全国 5.25 平均值高 1.22 kg/(hm<sup>2</sup>·mm), 比世界谷物降水利用效率高的地区 8.80 低 2.33 kg/(hm<sup>2</sup>·mm)。按地区分, 中西部地区主要粮食作物的降水利用率都大于东部, 只有谷子东部大于中西部 0.16 kg/(hm<sup>2</sup>·mm)。各旗县降水利用效率的高低同样反映出耕作栽培条件的制约作用, 特别是投肥多的地方降水的利用效率就高, 反之亦然。表明水肥耦合与制约现象。以同是旱作地区而粮食作物均以玉米为主的扎兰屯和突泉两地相比, 基本反映了降水的利用率受投肥和土壤肥力的制约情况, 后者由于投肥多, 耕作比较细致, 因而玉米利用效率高出前者 2.69, 而前者降水量比后者多 78 mm。降水利用率的高低和降水多少似无相关, 而受栽培条件的影响大。如乌前旗年降水量只有 115 mm, 属于干旱地区, 但其粮食作物降水利用率达 24.10, 高出其他所有旗县。即使年降水量 250 mm, 利用率高的土左旗也只有 12.90, 只相当于乌前旗利用率的 53.5%。在表 1 中可以看出作物种类降水利用率的关系。以玉米利用效率最高, 平均 11.49, 比小麦平均值 6.13 高 5.36, 而谷子最低, 只有 3.77。

内蒙古部分旗(县)的主要作物如乌兰察布盟前山和后山南部, 旱地小麦均在 8 月下旬成熟, 而水浇地小麦 8 月上旬成熟, 未能充分利用中下旬的气候资源, 这也是影响气候资源利用效率的原因之一。

## 2 综合指数分布与评价

为了对光能、热能和降水量利用效率进行综合评价, 首先对数列 SEUE<sub>i</sub>, HUE<sub>i</sub> 和 PUE<sub>i</sub> 作标准化处理 (SEUE<sub>i</sub> 的计算见参考文献 1), 仍记为 SEUE<sub>i</sub>, HUE<sub>i</sub> 和 PUE<sub>i</sub>, 设 w<sub>S</sub>, w<sub>H</sub> 和 w<sub>P</sub> 分别为光能、热能和降水量利用效率权重系数, 这里均选定 1。定义粮食作物农业气候资源综合利用指数 EFF<sub>i</sub> 为:

$$EFF_i = \left[ \frac{1}{3} (w_S SEUE_i^2 + w_H HUE_i^2 + w_P PUE_i^2) \right]^{\frac{1}{2}},$$

(i = 1, 2, ..., M) (3)

为了更直观地了解内蒙古粮食作物对农业气候资源的全面利用情况, 按公式(3) 计算出利用效率综合评价指数, 其分布见图 1~ 4。

从综合指数分布图可以看出以下特点:

粮食作物综合指数除个别旗(县) 外东部分布在 1.00~ 1.50 范围内, 而中西部大都在 0.50~ 1.00。但大于 1.00 的两个旗县又都在中西部。东部旗(县) 的粮食作物综合指数平均为 1.03, 中西部为 0.85, 前者比后者大 0.18。

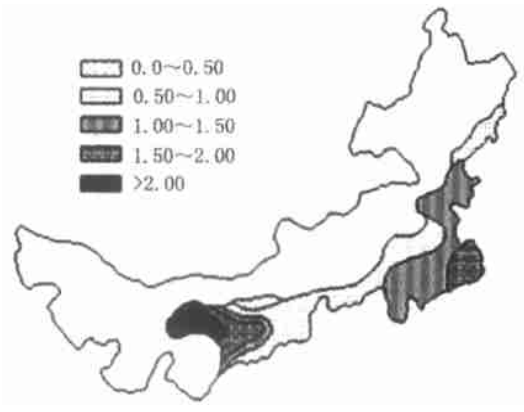


图 1 粮食农业气候资源利用综合指数分布图

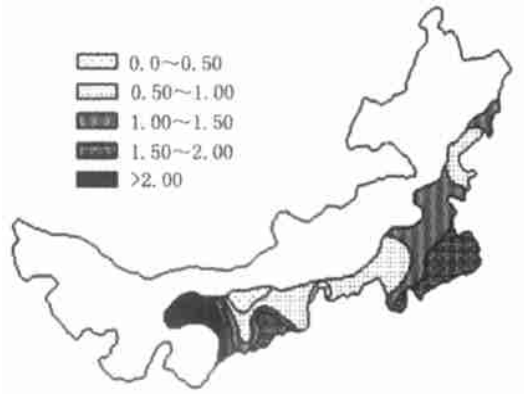


图 2 小麦农业气候资源利用综合指数分布图

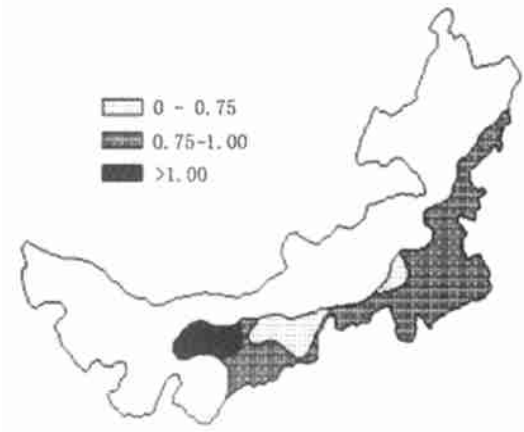


图 3 玉米农业气候资源利用综合指数分布图

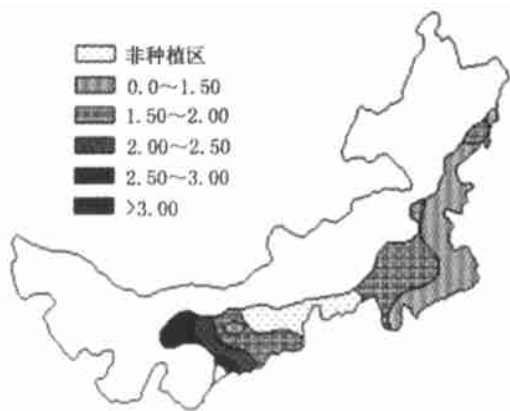


图4 谷子农业气候资源利用综合指数分布

各主要作物平均综合指数排序为谷子> 小麦> 玉米。

中西部谷子综合指数达到 2.38, 高出东部 1.48。反映了谷子在中西部较差的耕作栽培条件下却有较好的适应性。

东、西部玉米的综合指数大都分布在 0.75~1.00 范围内, 但两地平均综合指数相同, 都是 0.82。这是由于东、西部玉米耕作栽培水平都较高, 投入也相似, 说明栽培条件成了玉米气候资源利用率的决定因素。

### 3 结论

内蒙古粮食作物对农业气候资源利用率的地区性差异较大, 如何提高农业气候资源利用率是我们增加粮食产量需考虑的主要问题之一。

从全自治区看, 由于主要是水的制约以致对资源的利用极不充分。应以改善光能利用率的制约因子, 特别是从水肥供应入手。

由于全区绝大部分旗(县)水资源短缺, 除改善灌溉措施和节水灌溉外, 要结合西部开发的总体部署, 调整粮食作物和品种结构, 大力压缩

耕地, 压缩耗水大的作物如水稻的种植, 精耕细作, 少种好, 主攻单产, 发挥地区光能优势和充分利用有限的水资源。

复种是提高资源利用率的重要措施, 但内蒙古地区热量不足。实践证明, 在  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温在 3 000  $^{\circ}\text{C}$  左右的地区, 推行夏秋粮套种可以大大提高气候资源利用率, 提高单产。在西部黄灌区 667  $\text{m}^2$  产量超吨的农田, 全部都是小麦套玉米, 值得在黄、辽两大灌区三大粮食作物主产区(巴盟、伊盟、土默川和西辽河流域)大力推广。在这些区域内畜牧兴起的地区以饲料玉米和小麦套种既解决吃细粮又可解决优质饲草料的问题。

资源利用率高的旗(县)都证明了水肥耦合与相互制约对农业气候资源利用效率的影响。自治区大部分耕地是旱作, 即使在较长时期内旱作面积仍然大于水浇地。充分利用水肥耦合又互相制约的规律, 增加耕地土壤的肥料投入, 特别是氮素化肥的投入, 可以大大改善水的制约, 提高气候资源利用率。高寒旱区的阴山北麓滩地上早已证明在良好的施肥条件下降水利用效率增值可达 1.17~2.49。

鸣谢: 本文承蒙陈彦才先生指导, 谨表感谢。

### 参考文献:

- [1] 高涛, 于晓, 李海英. 内蒙古主要粮食作物对光能利用效率的分布特点[J]. 华北农学报, 2003, 18(1): 97-100.
- [2] 许秀娟, 贾志宽, 蒋骏, 等. 宁南半干旱偏旱区间作模式及其资源利用状况分析[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 95-103.
- [3] 崔读昌. 中国粮食作物气候资源利用效率及其提高途径[J]. 中国农业气象, 2001, 22(2): 25-31.
- [4] 陈彦才. 内蒙古的种植业现状潜力与发展[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1996.