

青海粮食单产潜力及开发利用研究

周 强

(青海师范大学 地理系, 青海 西宁 810008)

[摘要] 本文分析了青海粮食得以高产的光温资源基础, 采用光照、热量条件订正函数, 建立青海省粮食作物生长季光合生产潜力和光温生产潜力模式, 分析了光合潜力和光温潜力的地理分布, 在对粮食产区最大增产潜力探讨的基础上, 提出了开发利用粮食单产潜力的有关对策。

[关键词] 光温; 粮食生产; 单产潜力

[中图分类号] S510.24 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5102(2000)04-0005-05

1 引言

面对人口日益增长和社会需求不断加大的压力, 青海粮食生产究竟有多大潜力可挖, 是摆在我们面前的一个重要问题。本文依据青海农业综合开发的需要, 采用从定性到定量的综合集成法探讨青海省粮食单产的理论潜力, 揭示各地粮食的增产态势。

2 青海粮食作物高产的光温条件

2.1 青海气候温凉, 平均气温较低, 而使麦类等喜凉作物生育期得以显著延长, 尤其表现在拔节至抽穗和抽穗至成熟两个生育阶段^[1]。偏低的气温既能满足灌浆过程的需要, 又可防止茎叶和根系的过早衰亡, 延长了植株的寿命和灌浆时期, 确保后期较旺的生命机能, 并能增加光合作用的养分制造积累量, 有利于提高小麦的有效分蘖、穗数和干粒重。

2.2 青海光能资源丰富, 年总辐射量仅次于西藏, 达 $584.9 \sim 741. \text{K} \cdot 10^6 \text{J}/\text{cm}^2$, 比我国同纬度的东部地区高 $167 \times 10^3 \text{J}/\text{cm}^2$, 并且同类作物生育期内, 尤其是对作物最终产量形成有决定作用的抽穗至成熟阶段, 青海的日平均辐射量明显高于东部平原地区。全省日照时数在 2328至 3575小时之间, 农业区 4~8月作物生长季节日照时数可达 1020~1500小时, 全年日照百分率达 53~81%^[2], 比川、黔、湘、赣、闽、浙等省高出一倍。一定程度上弥补了高原热量的不足, 使粮食作物能保持较强的光合作用, 以积累更多的有机物质。

2.3 青海麦类作物生育期内光温配合良好, 尤其在作物成熟期间, 适宜于光合作用的温度 ($15 \sim 20^\circ\text{C}$) 时间长, 且集中于太阳辐射较强的午间, 白天强光与适温相遇, 提高了光能利用率。

2.4 青海大部分地区夜雨率在 60% 以上, 气温日较差达 $12 \sim 16^\circ\text{C}$, 使有些均温、积温较低的地区, 由于白天多晴, 气温较高, 亦可发展高产种植业。

3 青海粮食单产潜力的估算与分析

影响粮食产量的因子具有多样性, 而本文所探讨的是当人类社会投入、粮食政策、市场价格、土壤条件等可控因子处于最适状态时, 由气候因子所决定的最高单产。

3.1 光合生产潜力及其分布

[收稿日期] 2000-04-03

光合生产潜力 (简称光合潜力)^[6-9], 计算公式为:

$$P_f = F \cdot C^{-1} \cdot (1-B)^{-1} \cdot (1-H) \cdot K \cdot A \cdot EQ \quad (1)$$

$$F = X(1-T)(1-U)(1-V)(1-d)(1-w) \cdot 100\% \quad (2)$$

式中, P_f 为光合潜力 (10^3 kg/ha), F 为光能利用率, EQ 为单位时间单位面积上投射的太阳辐射量 (10^3 J/cm^2), 其它各参数的含义和取值如下: 光合有效辐射系数 X 随地点、季节而不同, 通常取 $50 \pm 3\%$ ^[4,5,7], 但由于高原大气洁净, 散射辐射比重低, 故取较低值 0.43 ^[1]。植物群体对光的反射率 $T = 0.1$ ^[8,9]。作物群体的透光率 $U = 0.07$ ^[8,9]。光饱和限制率 V 在许多研究中以零来处理^[5,7,8], 但其对象均是玉米、高粱等光饱和点较高的 C_4 植物, 而对于青海的小麦、青稞等 C_3 植物而言就不能忽略光饱和的影响。林而达研究认为 V 介于 $0.55 \sim 0.20$ 之间^[4], 本文取 $V = 0.2$ 。非光合器官的无效吸收率 $d = 0.1$ ^[5,7-9]。作物呼吸作用消耗率 $w = 0.33$ ^[5]。作物光合作用量子效率 $Q = 0.2063$ ^[5], 因为此值是由加权平均能量求得, 比较精确。干物质热含量常数 $C = 17.794 \times 10^3 \text{ J/g}$ ^[4-6,8]。植物含水量 $B = 0.15$ ^[7,9]。干物质无机灰分比例 $H = 0.08$ ^[9]。单位换算系数 $k = 100.005$ 。 A 为作物的经济系数, 表征有机物转化成人们所需要产品的能力, 就大田作物而言, 禾谷类的 A 值一般为 $0.25 \sim 0.40$, 在有灌溉条件的高产农田中, A 值为 $0.35 \sim 0.45$ ^[10], 本文在计算中除光能资源丰富的柴达木盆地取 0.4 外, 其它地区统一取 0.35 将各参数值代入 (1) (2) 式, 可得青海光能利用率 $F = 3.58\%$, 光合潜力求解公式为:

$$P_f = 0.257290885 \cdot A \cdot EQ \quad (3)$$

当 EQ 取全年太阳总辐射能时, 计算出的全年光合潜力值介于 $52.67 \times 10^3 \sim 76.27 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 之间, 分布与年总辐射量的分布基本相似, 东南、东北低, 柴达木地区高, 呈由东南、东北向西北逐渐递增的趋势。依据有关气象资料^[2], 本文着重分析作物生长季光合潜力。计算结果表明, 青海粮食作物生长季光合潜力为 $23.15 \times 10^3 \sim 54.34 \times 10^3 \text{ kg/ha}$, 其分布与地形关系密切, 具有南北低、中部高的特点 (图 1)。青南山区海拔较高, 作物生长季短暂, 是全省光合潜力的低值区, 地处东南部玉树等地受西南季风影响, 生长季光合潜力有增加趋势。青北祁连山区形成了一个低值区。相反, 作为粮食主产区的河湟谷地生长季光合潜力在 $35 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 以上, 柴达木盆地超过 $45 \times 10^3 \text{ kg/ha}$, 其中冷湖等地达到 $54.34 \times 10^3 \text{ kg/ha}$, 成为全省之冠。

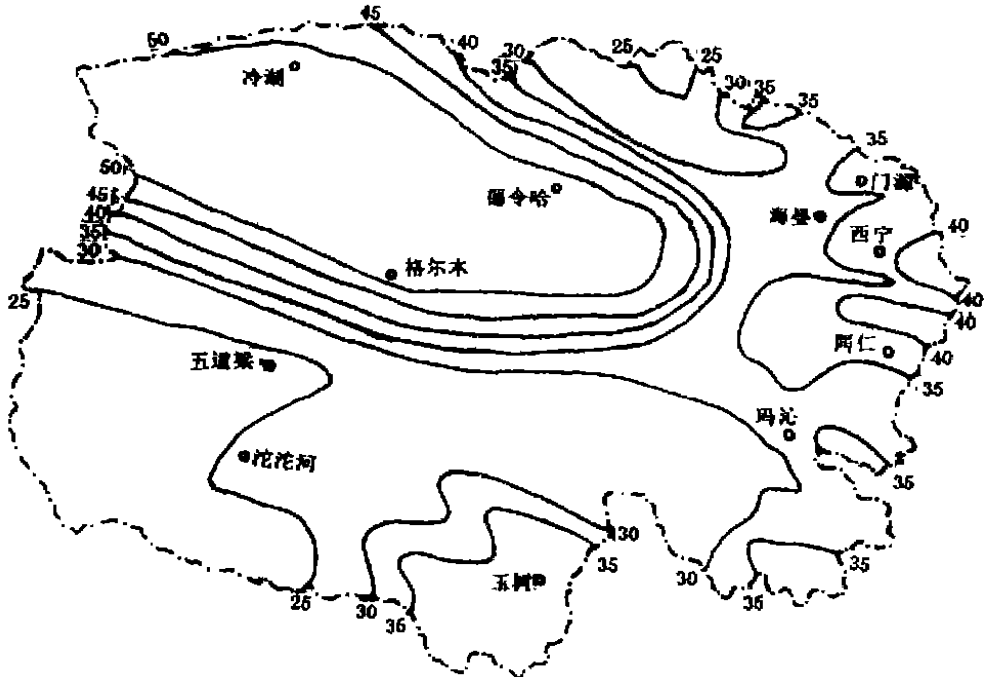


图 1 青海省生长季光合生产潜力分布图 (10^3 kg/ha)

3.2 光温生产潜力及其分布

温度是影响作物生长发育的重要制约因子,它不仅影响着光合作用和呼吸作用的效率,而且控制着植物的生长速度,所以进一步考虑温度对光合潜力的衰减作用十分必要。光温生产潜力(简称光温潜力),是指在其它环境因素和作物因素均适宜时,充分利用光温资源所能达到的作物单产^[4,5]。一般来讲,光温潜力代表灌溉地和水田的潜在产量,是经努力可达到的产量上限。

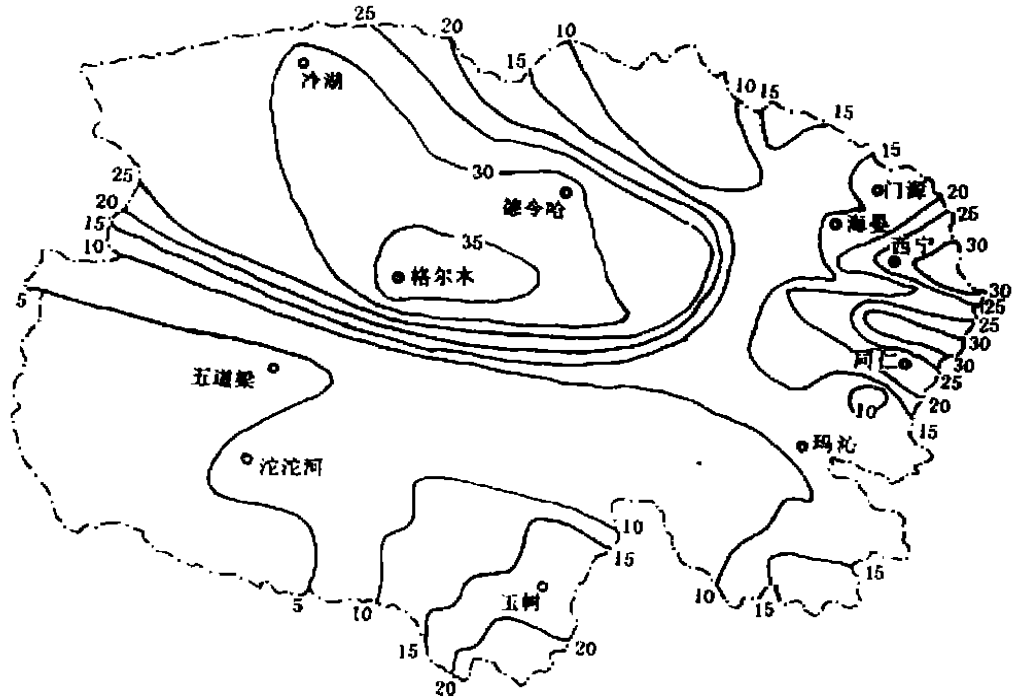


图 2 青海省生长季光温生产潜力分布图 (10^3 kg/ha)

喜凉作物的下限温度和最适温度通常为 3°C 和 20°C ,考虑到青海各地温度很少出现 30°C 以上的高温,故光温潜力中的温度订正不必考虑最适温度到上限温度对作物生长发育的影响。参阅 [2] [7] 的求解方法,本文将青海粮食作物生长季光温生产潜力的公式拟定为:

$$P_T = f(T) \cdot P_f \quad (4)$$

$$f(T) = \begin{cases} 0 & T \leq 3^\circ\text{C} \\ \frac{T-3}{17} & 3^\circ\text{C} < T < 20^\circ\text{C} \\ 1 & T \geq 20^\circ\text{C} \end{cases} \quad (5)$$

式中: P_T 为生长季光温潜力 (10^3 kg/ha); $f(T)$ 为温度订正函数; T 为生长季白天均温。

计算发现青海粮食作物生长季光温潜力的分布特征与光合潜力相似(图 2),其值介于 $4.22 \times 10^3 \sim 39.31 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 之间,明显低于光合潜力,说明青海各地光合潜力的发挥都不同程度地受到低温的制约,低值区出现在青北祁连山地和青南山原区,均在 $10 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 以下,除水热条件较好的东南河谷地区外,大部地域天高地寒,均不宜发展种植业。光温潜力的高值区分布于河湟谷地和柴达木盆地,均在 $20 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 以上,而乐都、民和、循化、尖扎、贵德、德令哈、香日德等地达到了 $30 \times 10^3 \text{ kg/ha}$,格尔木、诺木洪等地为 $35 \times 10^3 \text{ kg/ha}$,构成了生长季光温潜力的极值区。

4 青海粮食单产增产潜力分析

青海各粮食种植区域的生产现状均与光合、光温潜力存在较大差距,1997年光温潜力平均达潜率仅为 14.8%。为寻求缩小差距的措施,我们把生长季光温潜力 (P_T) 与实际单产 (P) 之差定义为光温增产潜力

(M); 把光温增产潜力 (M) 与生长季光温潜力 (P_T) 之比定义为光温增产潜力指数 (N)^[10], 即:

$$M = P_T - P \quad (6)$$

$$N = (M / P_T) \times 100\% = \frac{P_T - P}{P_T} \times 100\% \quad (7)$$

光温增产潜力 M 可反映粮食单产的绝对增产能力, 其值越大, 说明粮食生产现状与生产潜力差距越大, 反之则越少。而光温增产潜力指数 N 则说明单产的相对增产能力, 其值为 0~100%, N 值越小, 增产能力越低, 实际单产越接近光温潜力; N 值越大, 则反映实际单产与生产潜力相差越大, 增产潜力越可观。依据各粮食产区的单产资料^[14], 计算表明青海光温增产潜力值在 $7.97 \times 10^3 \sim 30.73 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 之间。以 $10 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 、 $20 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 为界, 可将光温增产潜力划分为三级: 一级区 ($M \geq 20 \times 10^3 \text{ kg/ha}$) 主要分布在西宁、乐都、民和、循化、尖扎、贵德、同仁, 以及柴达木地区的格尔木、德令哈、都兰、乌兰等县(市); 二级区 ($10 \times 10^3 \text{ kg/ha} < M < 20 \times 10^3 \text{ kg/ha}$) 分布于大通、互助、湟中、湟源、化隆、共和、兴海、贵南、同德、门源、祁连、刚察、海晏及玉树、囊谦、班玛等县; 而光温增产潜力低于 $10 \times 10^3 \text{ kg/ha}$ 的三级区仅出现在泽库和玛沁两县。光温增产潜力指数全省均在 70% 以上, 粮食增产优势可观, 青东河湟谷地农业区和柴达木盆地的大部在 80%~90% 之间, 最高值出现在乐都、民和、玉树、囊谦等地, 达 91% 之多。

通过对青海粮食产区增产能力的分析表明, 各地粮食生产水平较低, 并且存在很大的差异。我们宜从当地气候资源及生产实际出发, 加大投入力度, 采取积极可行的措施, 挖掘单产潜力, 使高产地区持续、稳定的发展, 低产耕地逐步改变面貌, 以缩小实际单产水平与光温潜力的差距。

5 青海粮食单产潜力的开发途径

考虑制约单产潜力发挥的技术性和社会性因素, 结合粮食生产的灰关联分析结果^[4], 笔者认为提高青海粮食作物生产力的核心, 在于为作物创造一个适宜的生态环境, 提高其对农业各项资源条件的利用能力。

5.1 加强农田基本建设, 改善作物生长环境

建设基本农田是稳定提高粮食单产的根本措施。主要途径: 兴修水利, 增加有效灌溉面积, 调水、蓄水、排水、灌溉统筹兼顾, 建立水分控制系统, 防治旱涝灾害和土壤盐碱化; 平整土地, 加强梯田建设, 控制水土流失, 减轻水肥损失; 合理施肥, 培肥地力, 抓好以蓄水保墒为中心的耕作措施; 营造农田防护林体系, 强化农田科学管理, 防治病虫害鼠害, 优化农田光热水肥的配置, 改善小气候, 最大限度地开发光温潜力。

5.2 采取合理耕种技术, 提高光温资源利用率

针对高原太阳能资源优势, 推广混、间套、复种和轮作改制, 合理密植, 发展立体栽培, 构造群体间多层次立体配置, 改善农田群体结构, 充分利用生长季光能、空间、时间和地力, 以发挥种植制度增产潜力, 提高复合群体的光能利用率。积极利用地膜覆盖、温室大棚等增温措施, 为作物营造适宜的人工环境, 提高地温, 弥补高原低温对作物单产的影响。

5.3 强化农业技术综合开发的增产能力

要促进粮食单产的持续提高, 必须全面实施科技兴农战略, 通过农业科研攻关, 培育推广优良品种, 尤其是选育叶型、株型有利于田间群体最大限度的利用光能, 具有高经济系数、高光合能力、低呼吸消耗, 光合机能保持时间较长的耐寒、耐旱的高产、稳产品种, 加快农业科技成果转化、推广进程, 实施良种产业化工程, 并通过改良土壤、配方施肥、种子包衣等丰产栽培技术的实施, 全面挖掘农业技术开发的增产潜力。

6 结论

(1) 青海省独特的气候条件, 虽然对粮食生产带来了诸多制约因子, 但由于光照条件优越、光温配合适宜等原因, 为粮食高产奠定了资源基础。

(2) 虽然青海各地生长季光合潜力、光温潜力差别较大, 但作为青海粮食主产区的河湟谷地、柴达木盆地, 均处在潜力数值的高值区或极植区, 粮食生产条件较好。

(3) 青海粮食发展只要在加大投入力度、提高单产水平的前提下, 仍有较大的增产潜力。

(4) 当前全省粮食生产潜力的发挥和实现仍处于较低水平。为促进粮食生产的持续发展, 应进一步加强

农田基本建设, 采取合理的耕种技术, 推进以良种培育为主的农业技术体系, 开发粮食单产潜力。

[参考文献]

- [1] 戴加洗. 青藏高原气候 [M]. 北京: 气象出版社, 1990.
- [2] 青海省计划委员会. 青海国土资源 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1993.
- [3] 周生路. 我国东南低山丘陵区土地粮食生产潜力研究 [J]. 南京大学学报 (自然科学版), 1998 (6).
- [4] 邓先瑞. 气候资源概论 [M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 1995.
- [5] 李克煌. 气候资源学 [M]. 开封: 河南大学出版社, 1990.
- [6] 黄敬峰. 我国气候生产潜力研究现状评述 [J]. 地理学与国土研究, 1992, 8 (3).
- [7] 黄秉维. 中国农业生产潜力——光合潜力 [A]. 中国科学院地理研究所. 地理集刊 (第 17号) [C]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [8] 李世奎. 中国农业气候资源和农业气候区划 [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [9] 赵名茶. 作物可利用光能——对光合潜力公式的验证和探讨 [A]. 中国科学院地理研究所. 地理集刊 (第 17号) [C]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [10] 中国农业百科全书农业气象卷编辑委员会. 中国农业百科全书 (农业气象卷) [M]. 北京: 农业出版社, 1986.
- [11] 青海统计局. 青海统计年鉴 (1998) [M]. 北京: 中国统计出版社, 1998.

The Study of the Per Unit Area Grain Yield Potential, Exploitation and Utilization in Qinghai

ZHOU Qiang

(Department of Geography, Qinghai Normal University, Xining 810008, China)

Abstract This article analyses the light- temperature resources factors which promote the maximum grain yield in Qinghai. Using light- temperature resources response functions we established photosynthesis and light- temperature potential models in grain growth period in Qinghai, analysed geographic distribution of them. The author put forward some suggesting about how to exploit and utilize per unit area grain yield potential and maintain its sustainable development.

Key words light- temperature; grain production; per unit area yield potential