

河南省潮土区主要粮食生产潜力研究

韩伟锋¹, 武继承^{1,2}, 和爱玲¹

(1. 河南省农业科学院 植物营养与资源环境研究所, 河南 郑州 450002;

2. 农业部作物高效用水原阳科学观测实验站, 河南 原阳 453514)

摘要: 为探讨河南省的粮食生产潜力, 发掘限制粮食产量的限制因子, 以通许和延津 2 个县的潮土区试验为例, 在对试验区的光、温、水、土诸要素分析的基础上, 计算出河南省潮土区粮食的光合生产潜力、光温生产潜力、气候生产潜力。结果表明, 河南潮土区粮食生产潜力为 15 535 ~ 21 927 kg/hm², 粮食生产潜力指数在 0.21 ~ 0.67。进一步分析出限制粮食产量的主要限制因子为水分, 其次为温度和土壤, 并提出了提高粮食产量的方法。

关键词: 潮土区; 粮食生产潜力; 资源限制因子; 水分

中图分类号: S533 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2011)10-0046-03

Potential Productivity of Main Crops in Meadow Soil District of Henan Province

HAN Wei feng¹, WU Ji cheng^{1,2}, HE Ai ling¹

(1. Institute of Plant Nutrition & Resource Environment, Henan Academy of Agricultural Sciences Zhengzhou 450002, China; 2. Yuanyang Scientific Observatory of Crops Using Water of Ministry of Agriculture, Yuanyang 453514, China)

Abstract: To search the potential of grain production and the limiting factors in crop production in Henan province, the photosynthetic production potential, the production potential of light and temperature, and the climate production potential were calculated based on the analysis of light, temperature, water and soil in alluvial soil areas of Tongxu country and Yanjin county. The results showed that the grain production potential in meadow soil was 15 535 – 21 927 kg/ha, and the index of crop production potential was between 0.21 and 0.67. Analysis of the main limiting factors in crop production showed that the first one was water, and then was temperature and soil. At last the methods to further improve grain yield were proposed.

Key words: Alluvial soil area; Crop production potential; Resource limiting factors; Water

生产潜力是一个地区粮食发展前景的重要指标, 对粮食生产及制定经济发展战略有重要作用。但限于多方面原因, 现阶段的农田现实生产力与生产潜力之间存在相当大的距离。河南省是全国的粮食主产区之一, 如何对粮食产量进行挖潜, 利用有限的耕地生产更多的粮食, 实现“十二五”增产 150 亿 kg 国家粮食战略, 对于保障国家粮食安全和促进河南经济发展均具有重要意义。潮土是河南省面积最大的一个土类^[1], 目前, 对河南省潮土区主要粮食生

产潜力的研究还鲜见报道。鉴此, 以河南省的潮土区为主要研究对象, 找出限制作物产量提高的主要因子, 寻求作物产量提高的有效途径, 为挖掘优势作物潜力和区域农业结构调整提供理论依据。

1 研究区概况

河南省潮土区中低产田技术改良选择豫东的通许县和豫北的延津县 2 个典型区作为代表进行分析。通许县土地总面积 7.8 万 hm², 土壤主要是两

收稿日期: 2011-05-30

基金项目: 河南省重大社会公益性科研项目(081100911600); 河南省省院科技合作项目(902106000009)

作者简介: 韩伟锋(1981), 男, 河南新安人, 助理研究员, 硕士, 主要从事农田水利等方面的研究。

E-mail: hwf1128@163.com

合土、沙土及淤土, 是全国粮食生产基地县、优质小麦生产基地县。气候属暖温带温和半干旱型气候区, 全年太阳辐射总量 $513.19 \text{ kJ}/\text{cm}^2$, 年平均光照时数 2428 h , 日照率为 55% ; 年平均气温 14.2°C , 常年降雨量 682.4 mm , 1 a 内 7、8、9 三个月降水量占全年降水量的 60% 。至 2007 年底, 有耕地面积 5.03 万 hm^2 , 其中高产稳产田 1.33 万 hm^2 , 中低产田 3.38 万 hm^2 , 开发潜力巨大。延津县由黄河冲积淤积而成, 土壤类型主要是潮土和风沙土, 光、热、水资源比较充足, 年降雨量为 610.4 mm 。延津县现有耕地 4.12 万 hm^2 , 盛产小麦、玉米、棉花、花生等农作物, 是国家商品粮生产基地县, 花生、棉花为全国百强县。全县尚有 2 万 hm^2 中低产田, 1.13 万 hm^2 宜林、宜牧、宜渔土地。

2 研究方法

以河南省潮土区为例, 利用气象数据, 采用生产力衰减法, 计算主要粮食作物的生产潜力。为了使农业生产潜力与实际生产力相符合, 把粮食生产潜力集成土地生产潜力, 即利用研究区域 2a 作物试验产量平均数据, 计算出主要代表作物的生产潜力, 作物生产力衰减模型主要包括: 光合生产潜力、光温生产潜力、光温水生产潜力和气候 - 土壤生产潜力 4 类, 具体估算模型如下。

2.1 光合生产潜力

光合生产潜力从理论上确定作物生产力的最高上限。光合生产潜力的估算方法很多, 国内外学者从不同角度做了大量的研究工作。本研究采用经黄秉维订正多项参数后得到的经验公式^[2]:

$$Ygh = 0.219Q,$$

式中: Ygh 为光合生产潜力($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$), Q

为太阳总辐射($\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{a})$), 0.219 为订正系数($(\text{kg} \cdot \text{cm}^2)/(\text{J} \cdot \text{hm}^2)$)。

2.2 光温生产潜力

光温生产潜力是在水分和土壤等自然条件最优的前提下, 依据光照和热量对作物的影响, 估算作物生产潜力。光温生产潜力的公式为:

$$Ygw = Ygh \times f(t),$$

式中: Ygw 为光温生产潜力($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$), Ygh 为光合生产潜力($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$), $f(t)$ 为温度订正函数, $f(t) = 4.301 \times 10^{-2}t - 5.771 \times 10^{-4}t^2$, t 为同化温度。

2.3 光温水生产潜力

光温水生产潜力又称气候生产潜力, 农作物生长不仅受到光温条件的影响, 而且对水的要求也很高, 因此, 作物的生产潜力还需考虑水的作用, 光温水生产潜力的公式为:

$$Ygs = Ygw \times f(w),$$
$$f(w) = \left\{ \frac{\theta_i - \theta_{wp}}{\theta_j - \theta_{wp}} \right\}^d,$$

式中: Ygs 为光温水生产潜力($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$), Ygw 为光温生产潜力($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$), $f(w)$ 为水分修正系数, θ_i 为土壤的平均体积含水量, θ_j 为土壤的饱和含水量, θ_{wp} 为作物的凋萎含水量, d 为参数。

2.4 气候 - 土壤生产潜力

由于影响作物产量衰减的土壤因子比较复杂, 本研究参考相关文献^[3], 选取 8 项指标评价土壤有效系数(表 1), 利用层次分析法构造因子重要性判断矩阵, 得到各因子的重要性权重系数, 然后根据各因子在作物生长发育及产量形成中的作用, 并参考全国土壤因子评价标准, 确定各因子的等级和评分标准, 计算典型县的土壤有效性系数^[3]。

表 1 土壤质量评价结果及各指标权重

评价指标	有机质	速效氮	速效磷	速效钾	pH	土壤质地	侵蚀度	坡度
权重	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
得分(延津)	0.40	0.42	0.44	0.50	0.95	0.85	0.80	0.99
得分(通许)	0.56	0.49	0.53	0.72	1.00	0.99	0.85	0.98

2.5 生产潜力指数

为了评价目前粮食生产力的水平, 引入生产潜力指数 D 的概念: D 值越大, 表明该地区生产力水平越低, 可挖掘的潜力就越大, 但土地改造的难度也越大; 反之, D 值越小, 则表明该地区的生产力水平越高, 也说明其生产条件越适宜, D 值计算公式为:

$$D = \frac{TP - LA}{TP} \times 100\%,$$

式中: D 为生产潜力指数; TP 为土地生产潜力

($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$), LA 为粮食的实际产量($\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$)。为了使农业生产潜力与实际生产力相符合, 把粮食生产潜力(LP)集成土地生产潜力(TP), 即 $LP = TP$ 。

3 结果与分析

3.1 生产潜力分析

河南省潮土区主要作物粮食生产潜力结果如表 2 所示, 分析可知, 目前河南潮土区的粮食生产水平

还很低,现实生产力与粮食生产潜力相差较大,粮食增产还有一定空间。

通许潮土区的粮食生产潜力为 21927.30 kg/hm²,其中小麦生产潜力为 10598.14kg/hm²,玉米为11 329.16 kg/hm²;延津潮土区粮食生产潜力为 15 535.00 kg/hm²,其中小麦生产潜力 7556.09

kg/hm²,玉米 7978.91 kg/hm²。
在与 2008 - 2010 年小麦、玉米实际产量比较的基础上,潮土区粮食作物生产仍有较大的增产空间,特别是玉米生产潜力,*D* 值在 0.5 以上。从粮食产量上看,整个潮土区的生产潜力玉米要高于小麦,从地域上看,通许县的生产潜力提升空间要高于延津。

表 2 主要作物不同限制条件下的生产潜力

项目	通许		延津	
	小麦	玉米	小麦	玉米
光合生产潜力/(kg/(hm ² ·a))	54085.39	57816.00	53077.02	56047.13
光温生产潜力/(kg/(hm ² ·a))	32813.61	35076.97	31166.83	32910.88
气候生产潜力/(kg/(hm ² ·a))	13781.71	14732.33	11687.56	12341.58
气候-土壤生产潜力/(kg/(hm ² ·a))	10598.14	11329.16	7556.09	7978.91
试验产量/(kg/hm ²)	6750	3726	6000	3750
生产潜力指数	0.36	0.67	0.21	0.53

注:表中试验区的产量为 2008 - 2010 年 2a 粮食的平均产量

3.2 限制因子分析

依据粮食生产潜力的公式,对限制粮食生产的温度、水分、土壤各要素进行分析,从表 3 的结果可以看出,水分对产量的限制最大,其次为温度和土壤,光照在河南潮土区对粮食产量的影响差别并不是很大,通许的水分 *D* 值达到了 0.58,而延津 *D* 值达到了 0.63,土壤对产量的限制最小。从粮食产量的意义上说,延津各限制因子的 *D* 值整体上要高于通许,通许的生产潜力提升空间要高于延津。

表 3 各限制因子 *D* 值

项目	通许		延津	
	小麦	玉米	小麦	玉米
光合生产潜力	-	-	-	-
光温生产潜力	0.39	0.39	0.41	0.41
光温水生产潜力	0.58	0.58	0.63	0.63
气候-土壤生产潜力	0.23	0.23	0.35	0.35
试验平均产量	0.36	0.67	0.21	0.53

4 结论与讨论

以当地实际情况为基础,对主要作物不同层次生产潜力进行计算,其结果较为可靠。研究结果表明,河南省潮土区主要作物生产潜力较大。农业生产潜力总体上表现为东部地区略高于北部地区,这主要是因为河南省通许和延津的地理纬度相差并不大,从光合和光温 2 个层面并不能很明显地把 2 个地区分开来。

粮食潜力与粮食单产的对比分析表明,二者具

有较高的相关性,计算结果综合当地实际。主要是因为延津县为砂质潮土,土壤的保水能力不强。玉米的生长期主要集中在 6 - 9 月,而这 2 个地区属于半干旱、半湿润气候区,在这个时段属于降水丰沛期,而降水的随机性决定了粮食生产的不稳定。从粮食的生产力指数可以看出,水分和热量是粮食生产潜力的主要限制因子,尤其是水分。从另一方面来说,河南省的玉米生产潜力 *D* 值在 0.5 以上,小麦的生产潜力指数在 0.2 以上,实现粮食的增产应该从加大对粮食作物的水分供应入手,特别加大不同水文条件下灌溉制度的研究,应以节水保水为主要措施。

本研究以连续 2a 的试验产量为基础,对河南潮土区的粮食产量进行了定量研究,在公式参数的选择上具有绝对性,得出的结论具有一定的局限性,但是,研究粮食生产潜力值,对于因地制宜地种植粮食作物,提高其产量具有很大的前景,对提升河南省的粮食产量有重要意义。

参考文献:

[1] 黄绍敏,宝德俊,皇甫湘荣,等.小麦-玉米轮作制度下潮土硝态氮的分布及合理施氮肥研究[J].土壤与环境,1999,8(4):271-273
[2] 郑海霞,封志明,游松财.基于GIS的甘肃省农业生产潜力研究[J].地理科学进展,2003,22(4):400-408
[3] 冷疏影.地理信息系统支持下的中国农业生产潜力研究[J].自然资源学报,1992,7(1):71-79