

# 我国粮食主产区粮食生产影响因素研究

郭淑敏, 马 帅, 陈印军

(中国农科院农业资源与农业区划所, 北京 100081)

**摘 要:** 本文分析了我国粮食主产区在我国粮食生产中的重要地位, 并通过灰色关联分析法研究了影响粮食产量的相关因素的灰色关联系数, 由大到小依次为: 粮食播种面积>有效灌溉面积>粮食单产>复种指数>农机总动力>旱涝保收面积>机播面积>机耕面积>农村用电量>机电排灌面积>化肥用量>成灾面积; 在此基础上, 重点研究了耕地、水资源状况、有效灌溉面积、农业现代化水平及农业科技进步对粮食生产的影响作用。

**关键词:** 粮食主产区; 粮食生产; 影响因素

中图分类号: F326.11 文献标识码: A 文章编号: 1000-0275(2007)01-0083-05

## Effect Factors on Grain Product in Main Grain Product Areas of China

GUO Shu-min, MA-Shuai, CHEN Yin-jun

(Institute of Resource and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081, China)

**Abstract:** The important effect of main grain product area in China on grain product has been studied in the thesis. The grey relationship coefficients to grain product has been study in grey relationship analytical method. The sequence of grey relationship coefficients from great to little is as commissariat sowing area greater than available irrigation area than commissariat product per area than replanting index than agriculture machine total impetus than drought and water logging keep harvesting area than machine sowing area than machine furrow area than country electrical using dosage than machine electrical irrigation and drainage area than fertilizer dosages than resulted disaster area. The effect of plantation area and water source status and available irrigation area and agricultural modernization level and agricultural science and technology progress had been studied.

**Key words:** main grain product area; grain product; effect factor

粮食生产过程是自然再生产和经济再生产的复合统一体, 影响其生产的因素很多, 而且各因素之间存在着错综复杂的关系, 这就要求我们抓住主要问题, 并进行综合分析, 研究该因素是如何对粮食生产发挥作用的, 为今后粮食生产及粮食安全政策的制定提供理论依据。

## 1 我国粮食主产区粮食生产左右着全国粮食生产的大局

我国粮食主产区包括东北(黑、吉、辽)3省、黄淮海(冀、鲁、豫)3省和长江中下游5省(赣、苏、皖、湘、鄂)的11省份。研究表明, 1980~1998年间, 全国粮食产量增加量的近2/3(66.5%)来自于中部11个粮食主产省, 其中东北3省、冀鲁豫3省和长江中下游5省粮食增量分别占全国粮食增加总量的19.6%、26.5%和20.5%。1998~2003年间, 全国粮食

产量减少量的近2/3(62%)也来自于中部11个粮食主产省, 其中东北3省、冀鲁豫3省和长江中下游5省粮食减量分别占全国粮食减少总量的13.2%、22.0%和26.8%。2004年全国粮食产量增加量的85%来自于11个粮食主产省, 东北3省、冀鲁豫3省和长江中下游5省粮食增量分别占全国粮食增加总量的24.8%、22.3%和38.0%(表1)。从1980~2004年间粮食主产区耕地面积减少占全国耕地总减少量的23.5%, 同期粮食播种面积减少量占全国的45.4%, 粮食总产量增加量7852.7万t, 占同期全国粮食总产量增加量的70%。粮食单产增加率粮食主产区超过了全国平均水平3.37个百分点, 粮食主产区粮食单产增加占全国的106.7%<sup>[1]</sup>。以上研究结果足以说明: 我国粮食主产区粮食生产对我国粮食安全问题影响极大, 该区域粮食生产左右着我国粮食安全的大局。

基金项目: 国家“十五”科技攻关《区域农业协调持续发展战略研究》子课题“我国粮食主产区粮食生产潜力和布局战略研究”(编号: 2004BA508B20-01)。

作者简介: 郭淑敏, 女, 助理, 博士, 主要从事农业生态学与农业可持续发展等研究; 通讯作者: 陈印军, 男, 研究员, 主要从事农业资源环境管理等研究。

收稿日期: 2006-07-19; 修回日期: 2006-09-15

©1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 全国及各粮食主产区不同时段粮食产量增减数量及来源 (单位:万 t,%)

项 目	全国	中部 11 个省区	东北 3 省	冀鲁豫 3 省	长江中下游 5 省
1980—1998 年间粮食产量变化量	19407	12909.6	3799.9	5136.9	3972.8
全国增量来源		66.5	19.6	26.5	20.5
1998—2003 年间粮食产量变化量	-8160	-5056.9	-1073.2	-1799.1	-2184.6
全国减量来源		62.0	13.2	22.0	26.8
2004 年粮食产量变化量	3878	3299.3	960.8	864	1474.5
全国增量来源		85.1	24.8	22.3	38.0

资料来源《中国农业统计资料》1980—2003 并整理

## 2 影响我国粮食主产区粮食生产的因素分析

### 2.1 影响粮食生产因素的灰色关联分析

在影响粮食生产的自然和经济系统中,许多因素之间的关系是灰色的,人们很难分清哪些因素是主导因素,哪些因素是非主导因素,哪些因素之间关系密切,哪些不密切。灰色关联分析,为我们解决这类问题提供了一种行之有效的方法。本研究应用灰色关联分析法对影响粮食产量的主要因素进行了灰色关联分析,得到与粮食总产相关因素的灰色关联系数并排序得到表 2。

由表 2 可见,粮食生产是在各种社会因素和自然因素综合作用下再生产的结果,与粮食生产相关因素主要包括:耕地面积、粮食播种面积、复种指

表 2 粮食总产量相关因素灰色关联分析结果

相关因素	粮食播种面积	有效灌溉面积	粮食亩产	复种指数	农机总动力	旱涝保收面积	机播面积	机耕面积	农村用电量	机收面积	化肥纯量
灰色关联系数	0.8650	0.7882	0.7699	0.7619	0.7330	0.7078	0.7068	0.6927	0.6887	0.6884	0.6660
关联系数排序	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12

### 2.2 耕地资源变化对粮食总产量的影响

(1)耕地数量变化对粮食总产量的影响。从全国和各粮食主产区耕地数量、粮食总产量变化的总趋势看,由于我国工业和城镇建设加快及农业结构调整等原因,我国的耕地数量下降已呈不可逆转之势,但由于科技进步的影响,粮食总产量上升亦呈不可遏止势头。研究表明,由于我国和各粮食主产区不同自然、地理、经济状况,不同区域变化幅度存在较大差异。从表 3 可见,从 1965—2003 年间,除东北粮食主产区耕地面积稍有增加外,全国及其他粮食主产区均有不同程度的减少,全国净减少耕地面积 17711.7 万  $\text{hm}^2$ ,减少量为 1965 年总耕地面积的 12.55%,冀鲁豫 3 省从 1965—2003 年净减少耕地面积 6654.95 万  $\text{hm}^2$ ,减少量是 1965 年耕地面积的 14.12%,长江中下游 5 省 1965—2003 年间净减少耕地面积 3615.28 万  $\text{hm}^2$ ,减少幅度为 1965 年该区耕地面积的 13.62%,可见,冀鲁豫 3 省和长江中下游 5 省减少幅度大于全国,而且以冀鲁豫 3 省减少率最高。研究结果还表明,在我国耕地面积快速减少的同时,我国粮食作物总产量却呈明显的增长势头,从全国及各区域粮食总产量增长的比较可

数、有效灌面、粮食亩产、农机总动力、农村用电量、机电排灌面积、机播面积、化肥纯量和农药使用量等。各因素与粮食总产的灰色关联系数和关联系数排序如表 2,主要结果为,粮食播种面积>有效灌溉面积>粮食单产>复种指数>农机总动力>旱涝保收面积>机播面积>机耕面积>农村用电量>机电排灌面积>化肥用量>成灾面积。结果表明,影响粮食总产量的各个因素中,粮食播种面积、有效灌溉面积、粮食单产、复种指数对粮食产量的贡献比较显著,其灰色关联系数均达到 0.75 以上。这与农业生产实践中认为粮食播种面积、粮食单产、复种指数、水资源等因素是影响粮食产量的关键因素的论断基本吻合;农业机械化程度、与粮食总产的灰色关联系数较高,说明农机化程度对粮食总产的影响作用较大;而农村用电量、化肥使用量等与粮食总产的关联系数相对较小,说明农村用电量、化肥使用量等因素与粮食产量的关系不大,实际上化肥使用量与粮食总产量的关系遵循“S”型曲线。而且,从环境保护和农产品质量安全的角度考虑,也应适当限制化肥、农药的使用,以保证农产品质量安全和环境保护与农业的可持续发展。

见,东北区是粮食总产量增长率最快的区域,1965—2003 年间增长量是 1965 年该区粮食总产量的 226.49%,其次是冀鲁豫 3 省粮食总产增长量是 1965 年的 182.22%,该两区域粮食总产增长均超过了全国增长 121.41%的平均水平,唯长江区粮食总产增长幅度低于全国平均水平,为 94.06%。

表 3 1965—2003 年全国和各粮食主产区耕地面积和粮食总产量的变化 (万  $\text{hm}^2$ 、万 t、%)

	耕地面积		粮食总产量	
	减少幅度	减少率	增加幅度	增加率
全 国	-17711.71	-12.55	23616.90	121.41
粮食主产区	-6654.95	-9.02	15505.20	145.47
冀鲁豫 3 省	-3728.31	-14.12	6065.80	182.32
东北 3 省	907.30	4.40	4349.70	226.49
长江中下游 5 省	-3615.28	-13.62	5089.70	94.06

(2)耕地质量分布对粮食总产的影响分析。研究表明,耕地质量不同,对粮食单产的贡献有很大差别<sup>[2]</sup>。高、中、低产田耕地粮食产量分别为 7680 $\text{kg}/\text{hm}^2$ 、5445 $\text{kg}/\text{hm}^2$  和 2085 $\text{kg}/\text{hm}^2$ 。高、中、低产田的单位面积粮食产量比为 3.68:2.61:1,即每减少 1 $\text{hm}^2$  高产田或中产田,则在期望保持相同数量粮食总产量的条件下,需要 3.68 或 2.61 $\text{hm}^2$  低产田补偿;我国高产田播种面积占总播种面积 1/3 左右,提供粮食产

量近 1/2; 而低产田播种面积占总播种面积 2/5 以上, 仅提供不足 1/5 的粮食。上述分析结果表明, 高产田和中产田对粮食总产量的贡献较大, 二者合计达到 80% 以上, 而高产田提供近 50% 的粮食。我国目前有中、低产田 70% 以上, 东北地区有中低产田 56.16%, 冀鲁豫三省有 70% 的中低产田, 长江区仍有 62.69% 的中低产田(表 4)。目前, 我国占耕地面积 70% 以上的中低产田是制约我国粮食总产的瓶颈。我国粮食主产区的经济发达地区, 具有较强的物质投入能力和优越的自然条件, 耕地的粮食综合生产能力高, 而这些地区也正是优质高产耕地资源流失最严重的地区, 在这些地区加强高产农田的保护尤为重要。经济落后地区, 中低产田比重较大, 而且大部分中低产田基础设施老化, 管理粗放, 严重影响了我国粮食综合生产能力的提高, 改造中低产田仍将是这些地区提高粮食综合生产能力的有效途径。因此, 在保持耕地总量动态平衡的基础上, 加强保护经济发达地区的高产农田和改造经济落后地区的中低产田任重而道远。

表 4 我国中低产田面积和比例 (万 hm<sup>2</sup>, %)

	耕地面积	高产田面积	占耕地面积比例	中产田面积	中产田面积比例	低产田面积	低产田面积比例
全 国	9896.8	3182.8	32.16	2929.5	29.6	4117.1	41.6
东北 3 省	1622.6	703.0	43.32	418.3	25.78	501.4	30.9
冀鲁豫 3 省	2221.6	645.0	29.31	918.7	41.35	651.2	29.31
长江中下游 5 省	1832.1	665.3	36.31	548.7	29.95	594.1	32.43

数据来源: 第二次全国土壤普查并整理。

(3) 耕地退化对粮食产量的影响。耕地退化主要指由于各种自然和人为因素使耕地质量降低和数量隐性减少的现象。分析结果表明, 耕地质量降低直接导致粮食减产或绝收, 由于耕地利用不当, 大量使用无机肥料、有机农药及不合理的灌溉等使得土壤板结、有机质含量减少、盐渍化等。结果导致高产田变为中产田、低产田及至荒地, 导致相同面积的耕地所能提供的粮食产量减少。此外, 在现有耕地面积保持不变的情况下, 由于粗放耕作和掠夺性开发及环境污染等, 耕地资源退化严重, 实质上等同于耕地资源数量的隐性减少, 这已成为影响粮食生产的重要原因。

表 5 全国和各粮食主产区耕地质量退化情况(%)

	缺有机质耕地	缺 N 耕地	缺 P 耕地	缺 K 耕地	水土流失	盐碱化	土地沙化
全 国	20.64	24.94	50.76	13.83	34.26	3.75	1.90
冀鲁豫均	31.63	42.39	59.04	13.67	37.59	5.39	4.53
黑吉辽均	49.11	31.09	42.99	8.19	28.38	7.83	2.06
湘鄂赣苏皖均	10.94	11.72	47.45	20.67	19.88	4.69	0.75

本数据来自全国第二次土壤普查数据并整理

由表 5 可见, 与全国平均水平相比, 冀鲁豫三省除土壤缺钾的比例稍低于全国外, 其它各项指标均高于全国平均水平, 而且, 土壤缺 N、P、水土流失、

土地沙化比例全国最高; 东北三省缺有机质的比例、土壤盐碱化比例最高, 高过全国平均水平的 2 倍还多。缺 N 和土地沙化比例高于全国平均和长江中下游五省和冀鲁豫三省。缺 P、K 的比例全国最低。长江中下游五省缺有机质、缺 N、水土流失和土地沙化比例低于全国平均水平和其它地区。缺 k 比例高于全国和其它区域。缺 P 的比例低于全国和冀鲁豫三省而高于东北区, 盐碱化比例高于全国而低于其它两个区域。总之, 冀鲁豫三省耕地质量相对最差, 7 项指标有四项最高, 长江中下游五省耕地质量相对较好, 7 项指标四项最低, 东北三省耕地质量居中, 7 项指标 5 项居中。

总之, 耕地退化将使耕地的可利用程度降低, 在近期内难以恢复耕作或永久丧失耕作能力, 等同于耕地数量的隐性减少, 最终使粮食减产和绝收。因此, 提高耕地质量与保持耕地数量同等重要, 两者不可偏废。

(4) 复种指数的变化对粮食产量的影响。一个地区种植制度决定种植作物的面积和比例及最终决定产量。从图 1 看到, 从 1980—2003 年全国乃至各粮食主产区复种指数呈逐渐升高趋势。只是 2000—2003 年除东北区有所上升以外, 总体均呈平缓或下降态势, 可见, 复种指数的变化与我国粮食总产量的变化态势是完全一致的。

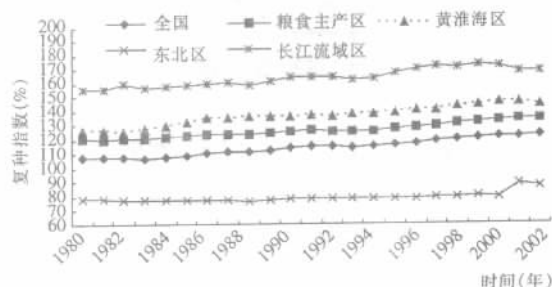


图 1 1980—2003 年间我国粮食主产区复种指数的变化

再从复种指数的绝对数量和粮食总产量的绝对量比较来看, 长江区复种指数最高, 23 年平均达到 160% 左右, 冀鲁豫 3 省达到 135% 左右, 而东北区最低, 只有 80% 左右。1980—2003 年间我国粮食总产量从大到小顺序也为长江中下游 5 省、冀鲁豫 3 省和东北 3 省。从中可见, 各区域粮食总产量与复种指数呈极为一致的正相关态势。据陈印军等研究, 我国长江流域、冀鲁豫 3 省和东北 3 省可通过发展冬季农业、设施农业等提高复种指数从而提高耕地利用效率, 最终达到提高粮食总产量的目的。据测算, 复种指数每提高 1%, 粮食总产量也提高 1% 左右。在目前我国生物育种技术和栽培管理技术没有重大突破的前提下, 一方面要稳定和保护我国



的耕地面积,另一方面就是通过多熟种植来提高耕地的利用效率和耕地承载力,达到提高我国粮食综合生产能力的目的。

### 2.2 水资源变化对粮食产量的影响

(1) 各区域水资源状况及其对粮食产量的影响。中国水资源量在世界排第 110 位,已经被联合国列为 13 个贫水国家之一。据研究,我国各流域不同程度地存在缺水问题<sup>[3]</sup>。水资源短缺已经成为 21 世纪制约我国粮食生产和经济发展的重要瓶颈之一。从研究结果看,人均水资源量,单位面积土地水资源量、万元 GDP 水资源消耗量来看,冀鲁豫 3 省位次最低。说明黄淮海粮食主产区是最贫水的区域,而万元 GDP 耗水少,说明农业集约化程度高,当地用水效率较高。长江中下游 5 省人均水资源量、单位土地面积水资源占有量高于两个区域,说明该区域水资源丰沛。再看万元 GDP 水资源消耗量远远高于冀鲁豫三省和东北区,略高于全国平均水平,说明该地区工业化和城市化水平较高,导致耗水量增多,用水效率低。东北 3 省各项指标居中(表 6)。

表 6 我国及各粮食主产区主要水分指标比较 (m<sup>3</sup>)

省份与区域	人均水资源		单位面积土地水资源		万元 GDP 水资源	
	数量(m <sup>3</sup> )	排名	占有量(m <sup>3</sup> )	排名	数量(m <sup>3</sup> )	排名
冀鲁豫 3 省均	395.2	27	194709.4	22	700.8	26
东北 3 省均	1476.7	19	208114.4	21	2200.1	20
长江中下游 5 省均	1834.8	17	590920.4	10	3918.7	17
全国平均	2275	14	292958	17	3761	14

(2) 用水结构变化对粮食产量影响。研究发现,从全国和各粮食主产区用水结构比较看,在城镇生活用水、工业用水、农村生活用水、农田灌溉用水、林牧渔苇用水五项中,各区农田灌溉用水占据了绝对比重,但从 1980—2003 年总体上呈下降趋势,全国农田灌溉用水从 1980 年的 80% 下降到 2000 年的 62%,冀鲁豫 3 省从 1980 年的 84% 下降到 2000 年的 70%,长江区由于工业化和城镇化进程的加快,其它各项与农业争水的矛盾较为突出,从 1980 年的 80% 下降到 2000 年的 60%,东北区变化幅度最小,20 年间农田灌溉用水在 66% 左右。在各区域农田灌溉用水快速减少的同时,工业用水明显增加,增加最快的是长江区,从 1980 年的 11% 增长到 2000 年的 26%,超过了同期全国工业用水从 10% 到 20% 的增长幅度。从图 2 及图 3 可见,我国各区域农田灌溉用水急剧减少和工业用水快速增加的变化过程。但无论从农田灌溉用水还是从工业用水的变化来讲,东北地区变化幅度最小,长江区变化幅度最大,超过了全国平均水平。这也是长江中下游五省粮食生产大幅度下降,东北区粮食总产稳步上升

的重要原因之一。

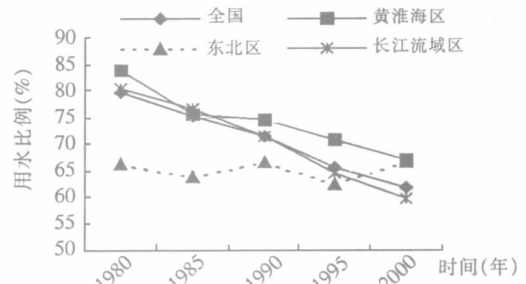


图 2 我国各粮食主产区 1980—2000 年农田灌溉用水量的变化

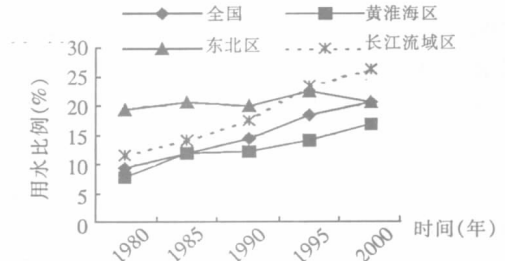


图 3 我国各粮食主产区工业用水比例变化

资料来源:中国水资源统计公报

(3) 有效灌溉面积对粮食生产的影响。从以上研究发现,我国粮食主产区粮食总产量与有效灌溉面积之间灰色关联系数达到 0.7882,在影响粮食总产因素的关联系数中排第二位,可见有效灌溉面积对粮食总产的显著影响作用。再从图 4 全国及各粮食主产区的有效灌溉面积和粮食总产量的比较可见,无论是全国还是各区域,二者呈基本相似的变化态势,即从 1980—2003 年总的趋势都是上升的。但从不同阶段的变化来看,又不具备完全同步的态

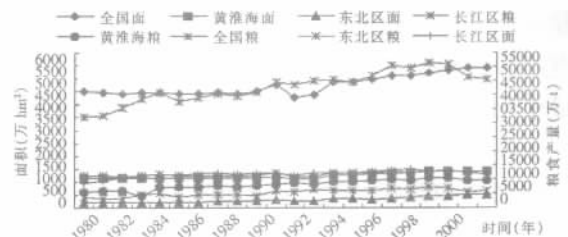


图 4 1980—2003 年全国和各粮食主产区有效灌溉面积和粮食总产量变化

势,如全国有效灌溉面积呈相对稳定增长的变化态势,只是 1990—1994 年有了超常的低谷。而全国的粮食总产量则呈现波动起伏较大的增长变化态势,且阶段性变化明显。从 2000—2003 年有效灌溉面积呈继续增长的势头,而粮食总产量却急剧下降。总之,说明有效灌溉面积和粮食总产量之间存在一定程度的正相关关系,即随着有效灌溉面积的增加,粮食总产量也在稳定增加。但粮食总产量还会受到其它因素如农业政策等多种影响,粮食总产量并不单一随着有效灌溉面积的增加而增加。在某些时期变化趋势不相同甚至相反。其它各粮食主产区

与全国有十分相似的变化态势。

### 2.3 科技进步对粮食产量的影响

农业科技进步主要包括更换新品种、栽培技术(主要是施肥及灌水技术的改革)、病虫害防治技术等方面。新时期解决农业结构优化、农村发展和农民增收问题的根本出路是依靠科技进步,这也是国际上的成功经验。如有关资料表明,1945—1979年,在其他投入水平不变的情况下,美国农业科研系统取得的技术发明使农产品生产能力增加了85%。至今,我国已成功培育了杂交水稻、杂交玉米、双低油菜等主要农作物新品种、新组合5000多个,主要农作物新品种在全国范围更新5至6次,平均每次增产在10%以上;全国建立了60多个中低产田改良和区域农业综合发展技术试验示范区。据不完全统计,1978—1996年,我国粮食总产年增长率为2.84%,耕地面积和单产的增长率分别为-0.38%、3.24%,后两者对前者的贡献率分别为-13%、113%。科技进步贡献率从“五五”期间(1976年—1980年)的27%提高到“九五”时期(1996)的45%,高于物质投入对单产的贡献率。

研究表明:我国主要农作物品种一般10年左右更新换代一次,每次增产幅度在10%左右<sup>[4]</sup>。随着目前品种选育技术的不断提高,更新速度呈加快趋势。据预测,到2030年我国主要粮食作物品种将更新换代3—4次,每次增产幅度在12%以上。栽培技术对粮食产量的提高也起到积极的推进作用。

### 2.4 粮食生产方式对粮食生产的影响

在我国粮食生产中,小规模经营,劳动密集,粮食生产者自给自足成分较大,粮食生产商品率低。这种情况在西部地区尤为明显。而且严重制约了我国粮食生产发展及粮食安全。改革我国现行粮

食生产方式,推广国外粮食生产现代化、专业化、机械化等先进生产方式势在必行。以水稻为例,表现得十分明显。水稻是我国长江中下游及南方地区主要的粮食品种,但其生长习性要求地势平坦,而真正适应水稻生产的地区在世界上大都是山地和丘陵,我国也不例外。这就决定了水稻不可能大规模地采用机械化、专业化作业。从某种意义上说,小规模、劳动密集型的水稻生产方式是落后的生产方式的最典型的代表。这即使在早已是经济强国和科技强国的日本也没有完全改变,他们不得不用巨额财政补贴扶持本国的水稻种植,以确保国内粮食生产安全。尽快制订我国粮食主产区提高粮食综合生产能力的扶持政策极为必要。

## 3 主要结论

影响粮食生产的因素包括自然、社会和经济因素,各因素对粮食生产的影响大小也各不相同,从以上粮食生产相关的灰色关联系数研究可见一斑。有些因素直接对粮食生产发挥作用,有些间接对粮食生产发挥作用。在粮食生产中就要充分抓住对粮食生产影响大的关键因素,综合考虑其它相关因素,切实提高粮食的综合生产能力。

参考文献:

- [1] 郭淑敏,马帅,陈印军.我国粮食主产区粮食生产态势与发展对策研究[J].农业现代化研究,2006,27(1):1-6.
- [2] 傅泽强,蔡运龙,杨友孝,等.中国粮食安全与耕地资源变化的相关分析[J].自然资源学报,2001(7):313-319.
- [3] 王晓青.中国水资源短缺地域差异研究[J].自然资源学报,2001(11):513-517.
- [4] 卢布,陈印军,吴凯.我国中长期粮食单产的分析与预测[J].中国农业资源与区划,2005(2):1-5.