

基于GIS的区域性粮食生产安全预警研究

——以东北地区为例

李志斌^{1,2}, 陈佑启^{1,2}, 姚艳敏^{1,2}, 石淑芹^{1,2}

(1. 农业部资源遥感与数字农业重点开放实验室, 北京 100081; 2. 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘要: 结合国内外粮食安全判定的相关指标和东北地区粮食生产的特点, 选用人均粮食占有量和粮食产量波动系数作为区域粮食生产安全预警的指标; 从全国粮食安全层面考虑, 确定了区域各预警指标的警限。为了综合反映东北三省的粮食生产安全状况, 建立了综合各预警指标的粮食生产安全指数, 并在各指标警限基础上得到粮食生产安全预警指数的警限。然后借助GIS建立空间处理模型, 实现粮食生产安全预警。研究结果表明, 吉林和辽宁两省2000年粮食生产安全程度低于2003年, 而黑龙江省则相反, 其在2000年的粮食生产安全程度则高于2003年。东北地区的粮食贸易数据验证了该结论。

关键词: 粮食生产安全; 预警; 东北地区

中图分类号: F316.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2009)03-0249-07

粮食生产是国民经济的基础。粮食生产安全是粮食安全的第一防线。我国的粮食生产出现问题, 将直接影响我国乃至世界的粮食安全。由于粮食生产自身的特点, 不仅总产量在不同年度间经常产生很大的变异, 而且在总产量不变时不同地区也可能发生很大变化。因此, 根据不同区域粮食生产的特点制定适当的政策并采取有效的措施, 是保障区域与粮食安全的基本前提。对于中国这样的人口大国, 通过粮食主产区粮食生产安全预警研究, 来评价和预测粮食主产区粮食生产的安全性和稳定性, 对于地区粮食政策的制定以及保障我国的粮食安全显得尤为迫切和必要, 因此研究区域粮食生产安全预警对于保证我国粮食安全具有十分重要的理论和实际意义。

粮食生产安全是粮食安全的一个重要部分, 围绕粮食—人口—耕地进行了理论和实践研究, 国内外对粮食安全指标的研究已经有了一定的理论基础, 并且也有了一些成功的经验^[1~4]。但对于具体区域的指标警限的确定方面不同地区有不同的特点, 且对粮食生产安全预警没有明确的指标, 因此本文从粮食生产角度考虑预警指标, 确定区域粮食生产安全指标的警限, 并对区域进行粮食生产安全预警, 在区域性粮食生产安全预警理论和方法上做进一步探讨。东北地区作为我国最大的商品粮基地, 确保其粮食生产产量, 对全国的粮食安全具有很重要的作用。以东北地区作为研究区域, 从国家层面

来考虑其粮食生产安全问题, 及时准确地掌握东北地区粮食生产安全状况与趋势, 对发展我国区域性粮食生产, 保障国家粮食安全, 振兴东北老工业基地都具有重要的意义。

1 研究区域

东北地区位于我国东北部, 包括黑龙江、吉林和辽宁3省, 纵跨纬度 $14^{\circ}50'$, 介于北纬 $38^{\circ}43' \sim 53^{\circ}33'$ 之间, 南北长1 600 km; 横跨经度 $16^{\circ}14'$, 西起东经 $118^{\circ}50'$, 东至东经 $135^{\circ}05'$, 东西宽约1 400多 km。东北地区气候资源比较丰富, 具有太阳辐射较强, 夏季气温高, 降水比较适中, 雨热同期, 昼夜温差大等特点, 对农作物生长有利。该地区土地肥沃, 是我国主要粮食生产基地。有耕地面积 $2.1 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 占全国耕地面积的16.55%, 2006年粮食产量占全国粮食产量的15.66%^[5]。东北地区宜农荒地经过几年的开发, 所剩的耕地后备资源已相当有限。而且近年来, 由于土地用养失调, 地力下降日趋明显, 粮食增产后劲不足。东北地区的粮食综合生产能力正在承受着一定的潜在性威胁。

2 研究方法

2.1 数据来源

研究采用的行政区划图、人口数据、粮食产量等数据均来源于科技部科研院所社会公益研究专项“中国区域性耕地资源变化影响评价及其预警”所

收稿日期: 2008-09-25

基金项目: 科技部科研院所社会公益研究专项“中国区域性耕地资源变化影响评价及其预警”(2004DIB3J092)

作者简介: 李志斌(1981—), 男, 山东省陵县人, 博士生, 研究方向为“3S”技术与土地利用。E-mail: lbz419@163.com

建立的“东北地区资源环境基础数据库”。

2.2 预警指标

FAO 和美国政府农业部对粮食不安全状况的评估标准主要是每个国家(或地区)总人口中营养不良人口所占比重。国内对粮食安全预警的指标有了较多的研究^[6,7],主要包括四因素或五因素指标法,即运用粮食总产量波动系数、粮食自给率、粮食储备水平、人均粮食占有量四项指标或者再加上“粮食保障水平”这一指标进行评估,并依据这几个指标构建出一个综合的粮食安全系数^[8,9]。有的学者在研究中提出了更多的指标,如食物及膳食能量供求平衡状况、粮食需求量波动指数以及粮食价格上涨率等多项指标^[10]。国内对粮食安全预警研究的地理尺度都在国家级别和省级别,县级别研究少见。由于影响国家粮食安全与省和县级行政单位的粮食安全的影响程度是不同的,县级尺度上的粮食安全受国家整体水平上的粮食安全的制约和地区的影响,因此在设计县级粮食安全预警指标体系时考虑的警情指标较全国尺度和分省尺度都要少,可以忽略国际粮食供需变化的影响,重点考虑设计县级单位本身的指标;又考虑我国不同地区在国家粮食供需中的不同分工,东北地区作为粮食主产区的特点,因此参考粮食安全评价指标,选取了粮食总产量波动系数和人均粮食占有量作为东北地区县级尺度的粮食生产警情的评价指标。

人均粮食占有量是反映地区粮食安全程度的综合指标。在粮食总产量一定的情况下,平均每个国民的粮食占有量在一定程度上反映一个国家或地区的粮食安全水平。人均粮食占有量越高,粮食安全水平也就越高。相反则粮食安全水平越低。

粮食产量波动系数反映粮食总产偏离趋势产量的程度,其表达式为:

$$V_t = (Y_t - y_t) / y_t \quad (1)$$

式中, V_t 表示第 t 年粮食产量波动系数; Y_t 表示第 t 年的实际粮食产量; y_t 表示第 t 年的趋势粮食产量。

$|V_t|$ 越大,说明产量偏离趋势产量越远,稳定性越差,粮食安全水平也就越低。反之,稳定性越好,粮食安全水平则越高。

2.3 预警指标警限确定

2.3.1 粮食产量波动系数警限的确定 为了客观地反映波动程度,本文根据误差理论,采用 3σ 方法^[11]来处理。在正常的粮食生产过程中,粮食产量波动系数偏离某一个稳定数 μ 的大小,可以作为粮食产量波动系数划分的一个指标。这里我们以市县

的历史平均波动水平作为稳定数,根据粮食产量波动系数的绝对值越小,粮食安全程度越高的特性,把 $[0, \mu]$ 定为安全区域,偏离 $\mu 1$ 倍标准差区间 $(\mu, \mu + \sigma]$ 的状态定为轻警,偏离 $\mu 2$ 倍标准差区间 $(\mu + \sigma, \mu + 2\sigma]$ 的状态定为中警,偏离 $\mu 3$ 倍标准差区间 $(\mu + 2\sigma, \mu + 3\sigma]$ 的状态定为重警,偏离 $\mu 3$ 倍标准差以上的区间 $(\mu + 3\sigma, \infty)$ 定为巨警,这样就得到了预警的 5 个警度区间。

根据 3σ 方法,首先要获得一个安全与不安全的分界点。根据历史统计数据,对东北地区而言,所有市县多年的粮食产量波动系数绝对值的平均值可以作为这个分界点,又考虑到三省粮食产量的波动情况不同,因此需得到三个省各自的粮食产量波动系数的安全点,以满足不同尺度的预警需求。

表 1 给出了不同研究区域(东北地区,以及各省)县级尺度不同年份粮食产量波动系数的绝对值和各研究区域县级尺度粮食产量波动系数绝对值的多年平均值和标准差。根据前面警限的确定方法,结合表中相关数据,可以确定不同研究区域县级尺度粮食产量波动系数的警限(表 2 所示)。

表 1 1986~2003 年粮食产量波动系数

Table 1 Fluctuation coefficient of grain yield from 1986 to 2003

年份 Year	粮食产量波动系数县级平均 Average fluctuation coefficient of grain yield in county			
	东北三省 Northeast of China	辽宁 Liaoning	吉林 Jilin	黑龙江 Heilongjiang
	1986	0.13	0.19	0.10
1987	0.13	0.18	0.10	0.13
1988	0.16	0.16	0.13	0.18
1989	0.18	0.24	0.16	0.16
1990	0.15	0.15	0.13	0.16
1991	0.08	0.07	0.06	0.10
1992	0.09	0.10	0.13	0.06
1993	0.11	0.21	0.17	0.00
1994	0.12	0.21	0.20	0.01
1995	0.13	0.18	0.20	0.07
1996	0.15	0.21	0.21	0.07
1997	0.16	0.23	0.17	0.10
1998	0.17	0.22	0.19	0.12
1999	0.14	0.15	0.14	0.14
2000	0.16	0.22	0.14	0.13
2001	0.14	0.13	0.12	0.16
2002	0.16	0.09	0.08	0.27
2003	0.21	0.15	0.16	0.27
平均值 Average	0.14	0.17	0.14	0.13
方差 Variance	0.03	0.05	0.04	0.07

表 2 粮食产量波动系数 R 的警限

Table 2 Thresholds of grain yield fluctuation coefficient for early warning in Northeast China

警度 Alert Level	东北地区 Northeast of China	辽宁 Liaoning	吉林 Jilin	黑龙江 Heilongjiang
无警 Non alert	$ R \leq 0.14$	$ R \leq 0.17$	$ R \leq 0.14$	$ R \leq 0.13$
轻警 Light alert	$0.14 < R \leq 0.17$	$0.17 < R \leq 0.22$	$0.14 < R \leq 0.18$	$0.13 < R \leq 0.20$
中警 Middle alert	$0.17 < R \leq 0.20$	$0.22 < R \leq 0.27$	$0.18 < R \leq 0.22$	$0.20 < R \leq 0.27$
重警 Heavy alert	$0.20 < R \leq 0.23$	$0.27 < R \leq 0.32$	$0.22 < R \leq 0.26$	$0.27 < R \leq 0.34$
巨警 Giant alert	$ R > 0.23$	$ R > 0.32$	$ R > 0.26$	$ R > 0.34$

2.3.2 人均粮食占有量警限的确定 东北地区作为我国重要的粮食产区和商品粮基地,其粮食贸易在全国占有重要的地位,而且东北地区粮食安全影响到全国的粮食安全,因此考虑东北地区人均粮食占有量,需要根据东北地区粮食贸易数据来对全国的人均粮食占有量的警限进行修正,确定东北地区人均粮食占有量的警限,从而突出东北粮食产量变化对全国的粮食安全的影响。

由于粮食产量的波动性和粮食分配的不均匀,我国的人均粮食占有量分为四个标准^[12],第一级标准为 248.56 kg,它是生存性粮食安全的最低下限,即生存标准;第二级标准为 300 kg,可以消除新中国

成立以来的最大减产幅度对粮食安全的威胁,即温饱标准;第三级安全标准为 360 kg,这是经济警戒点,也是营养性粮食安全的下限,即营养标准,超过 300 kg 以上的粮食消费可以视为奢侈性粮食的消费,它可以作为营养性粮食安全的缓冲地带,对营养性粮食安全有保护作用;第四级安全标准为 400 kg,这是在现有水平下消除粮食消费不均匀分布的下限。如果我国的人均粮食消费水平在 400 kg 以上,那么营养性粮食安全可以认为得到了初步的保障。依据上述四个安全标准,就可以确定我国的人均粮食占有量警限(表 3)。

表 3 全国人均粮食占有量警限

Table 3 Alert level and warning limitations of per capita grain possession in whole China

全国人均粮食占有量警度区间 Warning limitations of per capita grain possession	警度 Alert level	备注 Remarks
≥ 400	无警 Non alert	1996 年发布的《中国的粮食问题》白皮书中确定的粮食人均占有量指标为不低于 400 kg,它可以基本上保证我国的每一个公民达到 FAO 关于粮食安全的基本要求。改革开放以来我国人均粮食占有量大多数年份在 360 kg 左右,而这一时期正是从刚温饱到营养安全的阶段。自建国到改革开放之间 29 年间,我国人均粮食产量只有 7 a 达到 300 kg 左右的水平。分析建国来历史可以发现 20 世纪 60 年代人均粮食为 240.32 kg,低于 250 kg,且发生了绝对饥荒 ^[13] 。
[360, 400)	轻警 Light alert	
[300, 360)	中警 Middle alert	
[250, 300)	重警 Heavy alert	
< 250	巨警 Giant alert	

表 4 东北三省年人均粮食输出量

Table 4 Average grain exports per capita in Northeast China

年份 Year	输出量(10 ⁷ kg) Grain exports	总人口(万人) Population	人均粮食输出量(kg) Per capita grain exports
1995	2475.17	10385	238.34
1996	3044.31	10454	291.21
1997	3073.31	10517	292.22
1998	3678.77	10574	347.91
1999	3511.02	10621	330.57
2000	2268.28	10655	212.88
2001	3123.46	10696	292.02
2002	3904.03	10715	364.35
2003	3061.22	10729	285.32
平均值 Average	3126.62	—	294.98

考虑到东北三省在全国粮食生产中的地位,其粮食生产在满足自己需求的同时,每年都有不同程度的输出以满足不同地区的粮食需求,那么东北三省人均粮食占有量的无警警限就比全国高出一个平均年人均粮食输出量。根据东北地区 1995~2003 粮食输出情况^[14](如表 4 所示),东北地区多年的人均输出量为 294.98 kg。在全国人均粮食占有量的基础上,利用东北地区平均的年人均粮食输出量 295 kg 进行修正,从而得到东北地区人均粮食占有量警度区间(如表 5 所示)。

3 GIS 预警模型

3.1 粮食生产安全指数

前面讲述的两个指标都是从某一个侧面反映粮

表 5 东北三省人均粮食占有量警限

Table 5 Alert level and warning limitations of per capita grain possession for early warning in Northeast China

警度区间 Warning limitations(kg/per/year)	警度 Alert level	备注 Remarks
≥695	无警 Non alert	
[655, 695)	轻警 Light alert	据有关专家预测 ^[15] ,若按人均需求 400 kg 计算,东北地区外调粮食到 2010 年可以满足 1.34~1.38 亿人的需求,到 2030 年可满足 1.67~1.85 亿人的需求,而相应的人均输出粮食量分别达到 447 kg 和 473 kg。
[595, 655)	中警 Middle alert	
[545, 595)	重警 Heavy alert	
<545	巨警 Giant alert	

食生产安全水平的,然而粮食生产安全是一个复杂的系统,一个地区粮食生产总是存在着相对不安定的环节或因素,它可能在某些环节上表现出很高的安全性,而在另外一些环节上表现出较低的安全性。粮食体系不同环节上安全状况的不一致性,使我们很难对某一地区粮食生产安全状况做出整体上的判断。为了综合反映一个地区粮食生产安全状况,引入了粮食生产安全指数。

粮食生产安全指数^[8] λ 是对一个地区的各项粮食安全指标进行加权平均处理后得到的综合评分值,反映了一个地区粮食安全的总体水平。在计算各县的粮食安全指数之前,我们先作了如下的假定:

(1) 该地区的粮食生产安全指数可以由粮食产量的波动指数、人均粮食占有量两个指标进行完全的解释。

(2) 以上两项指标对粮食生产安全指数 λ 的贡献率是等同的,即它们的权重是相同的,据此假设,有 $\lambda_i = (\sum \lambda_{ij})/2$, 其中 λ_{ij} 为第 i 个县 j 项指标的取值。

(3) $0 \leq \lambda \leq 1$ 。 λ 越接近 1, 表示安全水平越高; λ 越接近 0, 表示不安全水平越高。

根据前面的两个指标的警限,结合粮食生产安全指数的计算方法,得到粮食生产安全指数警限(如表 6 所示)。

表 6 粮食生产安全指数警限

Table 6 Thresholds of grain production safety coefficient

指标权重 Weight of index	人均粮食产量 警度区间 Warning limitations of per capita grain possession 0.5	粮食产量波动 系数警度区间 Warning limitations of grain yield fluctuation coefficient 0.5	标准化取值 Normalization	粮食生产 安全指数 grain production safety coefficient
无警 Non alert	≥695	≤0.14	1	(0.8, 1]
轻警 Light alert	[655, 695)	(0.14, 0.17]	0.8	(0.6, 0.8]
中警 Middle alert	[595, 655)	(0.17, 0.20]	0.6	(0.4, 0.6]
重警 Heavy alert	[545, 595)	(0.20, 0.23]	0.4	(0.2, 0.4]
巨警 Giant alert	<545	>0.23	0.2	0.2

3.2 GIS 运算模型

根据上述粮食生产安全指数计算方法及其警限,在 ARCGIS 中 Arc Toolbox 下建立模型实现上述粮食生产安全指数警情的确定,该模型包括以下处理过程。

(1) 采用 ARCGIS 中的 Arc Toolbox → Conversion Tools → To Raster → Feature to Raster 功能,将东北地区行政图从矢量转成栅格,其栅格值分别为不同年份各县的粮食产量波动系数、人均粮食占有量以及各县的区划代码。

(2) 采用 ARCGIS 中的 Arc Toolbox → Spatial Analyst Tools → Reclass → Reclass by Table 功能,对栅格值为各年份各县的粮食产量波动系数和人均粮食占有量的栅格进行重分类,从而实现栅格数据的标准化。

(3) 根据各个指标的权重,采用 ARCGIS 中 Arc Toolbox → Spatial Analyst Tools → Math → Plus 和 Divide 功能,实现对栅格的运算,计算出各个栅格上的粮食生产安全指数。

(4) 根据粮食生产安全指数的警情判定标准,再次采用重分类的方法得到各个栅格所对应的警度。

(5) 采用 ARCGIS 中的 Arc Toolbox → Spatial Analyst Tools → Local → Combine 功能,将以各县区划代码为栅格值的栅格与(4)中得到的警度栅格数据进行合并运算,得到各县所对应的整型的警度栅格数据。

在 ARCGIS 中,将(5)中得到警度栅格数据的属性表采用 EXPORT 命令以 DBF 的格式导出,利用 JOIN 命令,以区划代码为关联字段,将东北地区县

级行政图与 DBF 连接, 然后进行粮食生产安全预警, 从空间上表达各县的警情分布(如图 1 所示)。

4 结果分析

采用 ARCGIS 的 Frequency 功能, 对各省出现警情的详细情况进行统计分析, 得出不同的年份出现不同警情的数目, 从而可以定量的分析东北三省粮食生产安全程度随不同年份的变化情况。

表 7 给出了 1993 年、2000 年和 2003 年的东北三省出现警情的县的数目。以 2000 年和 2003 年为例说明东北三省两年的粮食生产安全程度。

辽宁省在 2000 年共有 37 个县出现警情, 其中出现巨警的县有 19 个, 出现重警、中警和轻警的县分别有 2 个、5 个和 11 个; 2003 年辽宁省共有 31 个县出现警情, 其中有 10 个县出现巨警, 1 个县出现重警, 2 个县出现中警, 18 个县出现轻警。从出现警情的数量上来讲, 2000 年的粮食生产安全程度比 2003 年要差, 此外, 从综合农业区划单元来看, 辽宁省的粮食主产区中部平原农业区, 2000 年该地区以巨警和轻警为主, 还有中警和重警出现, 2003 年该地区以无警和轻警为主, 而对其他的三个农业区而言, 西部低山丘陵农业区和滨海农业区 2000 年出现巨警的县比 2003 年出现巨警的县要多, 东部山地农业区 2000 年以中警和轻警为主, 2003 年是以轻警为主。可见, 2000 年粮食生产安全程度明显要低于 2003 年。辽宁省粮食内贸数据明显表明, 2003 年辽宁省调入粮食比 2000 年要少(如表 4 所示), 这也验证了上述对辽宁省粮食生产安全状态分析得出的结论的可靠性。

吉林省在 2000 年共有 33 个县出现警情, 其中出现巨警的县有 3 个, 出现重警和重警的县分别有 1 个和 2 个, 出现轻警的县最多, 为 27 个; 而 2003 年吉林省共有 23 个县出现警情, 其中有 12 个县出现巨警, 出现重警和中警的县各有一个, 出现轻警的县有 9 个。从出现警情的县的数量上来看, 吉林省 2000 年的粮食生产安全程度比 2003 年要低。从综合农业区划来看, 吉林省主要的产粮区为中部平原农业区和东北半山农林区。2000 年, 吉林省出现巨警的县较少, 主要位于西部平原农牧区和东北半山农林区, 而中部平原农业区处于轻警状态。2003 年中部平原区和东北半山农林区以无警为主, 出现巨警的县主要分布在非主要产量区的长白山地林农区。可见, 吉林省 2000 年的粮食生产安全程度比 2003 年要差。吉林省 2000 年和 2003 年两年的粮食内贸数据的差别与上述粮食生产安全程度的差异相一致, 即吉林省 2000 年输出粮食数量比 2003 年输出粮食数量要少(如表 4 所示)。这也说明了上述关

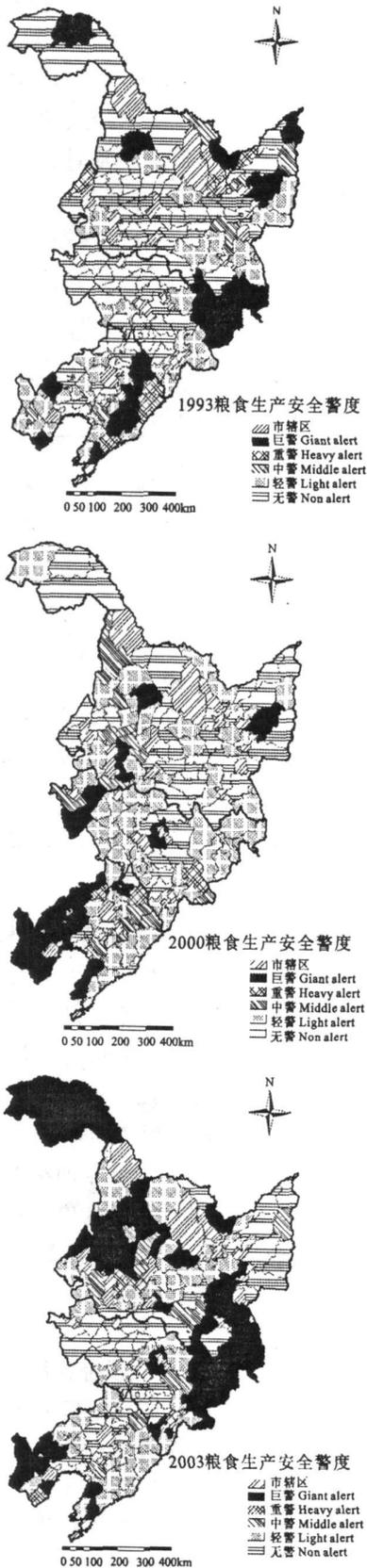


图 1 东北三省 1993 年、2000 年和 2003 年粮食生产安全警度

Fig. 1 Early warning result of grain production safety coefficient of Northeast China in 1993, 2000 and 2003

于吉林省 2000 年和 2003 年粮食生产安全程度差异论断的可靠性。

黑龙江省在 2000 年共有 33 个县出现警情,其中出现巨警的县有 4 个,没有出现重警的县,出现中警的县有 7 个,而出现轻警的县有 24 个;而 2003 年黑龙江省共用 51 个县出现警情,其中有 24 个县出现巨警,有 2 个县出现重警,有 6 个县出现中警,有 19 个县出现轻警。从出现警情的县的数量上来看,黑龙江省 2003 年的粮食生产安全程度比 2000 年要低。从综合农业区划来看,作为粮食主要产区的松嫩平原农牧区和三江平原农牧区以无警和轻警为

主,而 2003 年松嫩平原农牧区以巨警和轻警为主,另外还有的区域出现重警。而三江平原农牧区相应的无警区域减少,出现轻警和巨警的区域增加。可见,黑龙江省 2003 年的粮食生产安全程度比 2000 年要差。黑龙江省 2000 年和 2003 年两年的粮食输出量的差别与两年的粮食生产安全程度的差异一致,即黑龙江省比 2000 年输出粮食量比 2003 年输出的粮食量要多(如表 4 所示)。这也说明了上述关于黑龙江省 2000 年和 2003 年粮食生产安全差异的论断是可信的。

表 7 东北三省不同年份出现不同警情的县

Table 7 Number of counties with different warning degrees in Northeast China

省份 Province	年份 Year	巨警 Giant alert	重警 Heavy alert	中警 Middle alert	轻警 Light alert	无警 Non alert
辽宁 Liaoning	1993	8	3	2	19	11
	2000	19	2	5	11	6
	2003	10	1	2	18	12
吉林 Jilin	1993	8	0	0	9	23
	2000	3	1	2	27	8
	2003	12	1	1	9	18
黑龙江 Heilongjiang	1993	6	3	4	11	42
	2000	4	0	7	24	31
	2003	24	2	6	19	15

5 结论与讨论

本文在深刻理解预警概念和理论的基础上,结合国内外粮食安全判定的相关指标,结合研究区域的特点,对粮食生产安全的预警指标进行了分析,初步确立了粮食生产安全预警指标,该指标包括人均粮食占有量和粮食产量波动系数。前者首先确定全国的人均粮食占有量,在此基础上利用东北三省的粮食贸易情况进行修正,得到东北地区的人均粮食占有量警限,从而确定东北地区人均粮食占有量的警度区间。粮食产量波动系数以东北地区多年的粮食产量波动系数的平均值作为有警与无警的分界点,在此基础上根据误差理论得到有警状态下的警限,从而可以确定东北地区粮食产量波动系数的警度区间。为了综合反映东北三省的粮食生产全状况,本文又引入了粮食生产安全指数,即分别对上述两个指标加权求和,来反映东北三省的粮食生产状况,即根据人均粮食占有量和粮食产量波动系数两个指标所占权重计算出粮食生产安全指数警度区

间。

通过粮食生产安全指标预警发现,吉林和辽宁两省 2000 年粮食生产安全程度低于 2003 年。辽宁省粮食内贸数据表明,2003 年辽宁省调入粮食比 2000 年要少,吉林省 2000 年输出粮食数量比 2003 年输出粮食数量要少,这也验证了上述对辽宁省和吉林省粮食生产安全状态分析得出的结论的可靠性。而黑龙江省则相反,其在 2000 年的粮食生产安全程度则高于 2003 年,黑龙江省粮食内贸数据明显表明 2000 年输出粮食量比 2003 年输出的粮食量要多,这也验证了上述对黑龙江省粮食生产安全状态分析结论的可靠性。

本文所建立的粮食生产安全预警指标体系在一定程度上客观、全面地反映了研究地区的粮食生产状况。随着生产的发展,仅仅采用这两个指标似乎并不能完全满足预警的需要,预警指标体系有待进一步完善。此外,粮食生产安全指数的计算采用对两个指标标准化取值后进行加权求和,为了计算简便,二者所给予的权重均为 0.5。但由于不同地区人口、耕地空间分布的不均匀性,又考虑到今后指标

的进一步完善,预警指标权重的确定有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 陶骏昌,陈凯,杨内华.农业预警系统[M].北京:中国统计出版社,1992.
- [2] 梅方权,张象枢,黄季焜,等.粮食与食物安全早期预警系统研究[M].北京:中国农业科学技术出版社,2006.
- [3] 顾海兵.我国粮食及农业生产的警度测定分析[J].农业经济问题,1991,(8):56-60.
- [4] 张志强,黄漫红,刘柳.中国粮食生产系统预警指标分析[J].北京农学院学报,2002,17(1):69-72.
- [5] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴2007[M].北京:中国统计出版社,2007.
- [6] 尹希果,周庆行,谭志雄.农业资源利用与粮食安全的实证研究[J].农业经济问题,2004,(4):30-34.
- [7] 闻海燕,杨万江.主销区粮食安全预警指标体系的构建与测度[J].农业经济,2006,(8):6-8.
- [8] 朱泽.中国粮食安全问题:实证研究与政策选择[M].武汉:湖北科学技术出版社,1998.
- [9] 鲜祖德,盛来运.我国粮食安全评价指标体系研究[J].统计研究,2005,(8):3-9.
- [10] 徐逢贤,唐晨光,程国强.中国农业扶持与保护[M].北京:首都经济贸易大学出版社,1999.
- [11] 张泓铭,陈则明.城市房地产预警研究[J].中国房地产,2004,(12):14-17.
- [12] 胡靖.入世与中国渐进式粮食安全[M].北京:中国社会科学出版社,2003.
- [13] 刘景辉,李立军,王志敏.中国粮食安全指标的探讨[J].中国农业科技导报,2004,6(4):10-16.
- [14] 李鹏,王玉斌,谭向勇.东北地区粮食生产与贸易分析[J].中国农业大学学报(社会科学版),2006,(1):57-62.
- [15] 刘兴土,佟连军,武志杰,等.东北地区粮食生产潜力的分析与预测[J].地理科学,1998,18(6):501-509.

Early warning for grain production based on GIS — A Case Study in Northeast China

LI Zhi-bin^{1,2}, CHEN You-qi^{1,2}, YAO Yan-min^{1,2}, SHI Shu-qin^{1,2}

(1. Key Laboratory of Resources Remote-Sensing and Digital Agriculture of Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China;

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

Abstract: Combining the domestic and international indices of grain security and the grain production characteristics in Northeast China, two factors output of grain crops per capita and grain yield fluctuation coefficient are chosen as early warning indices, and their warning limitations of grain production security are developed considering the national food security level. Then, production safety index synthesizing every early warning index is constructed to reflect the grain production state of three provinces in Northeast China by GIS model. The results show that: the grain production safety degree of the two provinces of Jilin and Liaoning in 2000 was lower than that in 2003, but the result is opposite in Heilongjiang Province where grain production safety degree of 2000 is higher than that in 2003. The result can be validated by the grain trade in different provinces.

Keywords: grain production safety; early warning; Northeast China