

· 问题研究 ·

天津粮食生产变化特征分析^{*}

牛高华¹, 李 瑾¹, 赵言文²

(1. 天津市农村经济与区划研究所, 天津 300192; 2. 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095)

摘 要 天津是粮食主消费区, 粮食安全主要取决于国家粮食安全水平, 其对粮食总产波动更为敏感。该文根据 1978~2008 年天津粮食总产资料, 分析了近 30 年天津粮食产量变化特征及其对我国粮食波动的影响, 并研究了影响粮食波动的主要因子。研究表明: 天津粮食总产逐步提高, 但年际间有明显的波动, 其粮食总产波动对我国粮食总产波动的影响趋于增强。粮食单产对总产平均年际波动的影响大, 其作用约占总产平均年际波动的 60%, 播种面积作用相对较小但趋于增强。粮食单产波动受气候波动的影响明显, 其作用约占总产平均年际波动的 45%。

关键词 粮食 波动 播种面积 单产 天津

中国的粮食安全问题始终是我国政府部门和国内外学者关注的热点问题。我国粮食安全的基础并不牢固, 影响粮食安全的因素很多也很复杂, 特别是随着工业化、城市化的发展, 人口增长和生活水平的提高, 粮食消费需求将呈刚性增长, 而耕地非农化加速、水资源短缺、农业基础设施建设滞后等对粮食增产的约束将日益突出, 保障国家粮食安全面临较为严峻的挑战^[1]。粮食主产区粮食的总产稳定始终是保障我国粮食安全的基础, 与其相比, 粮食非主产区特别是区域经济中心城市受资源制约和限制, 粮食生产能力相对弱, 该区域作为我国人口的重要承载区和粮食的主要消费区, 对粮食波动最为敏感, 但是目前对此区域的关注相对较少。正确认识该区域粮食生产波动特征, 对于稳定该区域粮食生产、合理制定粮食生产政策以及实现粮食安全有效供给具有重要的现实意义。该文选取天津 1978~2008 年粮食产量数据, 采用相关统计分析方法研究了近三十年天津粮食产量波动及其对我国粮食波动的影响程度, 探寻粮食产量波动成因, 提出保障粮食安全供给和粮食生产的合理化建议, 以期为制定粮食生产政策提供参考依据。

1 天津粮食总产变化

天津是我国北方重要的经济中心城市, 耕地资源相对稀缺, 气候灾害频繁, 粮食生产波动较大。从 1978~2008 年近 30 年天津市粮食产量的变化序列可以看出, 天津市粮食生产具有明显的阶段性(图 1)。(1) 1978~1998 年, 粮食生产总体上以增长为主, 粮食总产量不断增长, 粮食产量由 1978 年的 117.1 万 t 增加到 1998 年的 210.12 万 t, 达到天津近 30 年来历史最高水平, 年均增长 4.18%。(2) 1998~2003 年, 粮食生产呈现迅速下降态势, 由历史最高点骤减至最低点 2003 年的 119.29 万 t, 比高峰期产量减少了 43.22%, 年递减率为 8.65%; (3) 2003~2008 年粮食生产呈现稳步增长, 年增长率为 4.96%。

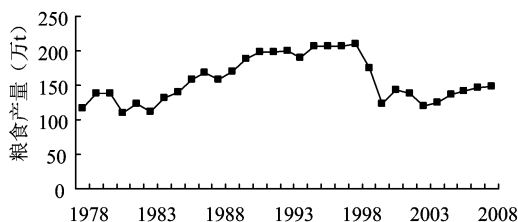


图 1 1978~2008 年天津粮食总产变化

2 天津粮食安全与国家粮食安全的关系

2.1 天津粮食生产在国家生产粮食体系中地位低

以天津粮食产量与全国粮食产量的比重作为指标，分析天津粮食在国家粮食生产体系中的地位。1991～2008 年天津粮食产量占全国的比重介于 0.46%～0.27%之间，平均为 0.35%。特别是 2000 年以后，基本维持在 0.28%左右，整体来看，天津粮食在全国的地位趋于下降。这一方面与天津粮食生产规模大幅度减少有关，另一方面，也与近些年我国粮食产量持续增长有关。

2.2 天津粮食有效供给取决于国家粮食安全水平

天津属于我国粮食主销区，2008 年总人口为 968.87 万人，占全国总人口 0.73%，是我国人口相对集聚的大城市。2008 年天津市人均粮食占有量为 153.72kg，远低于高峰期的 232.15kg，仅为同时期全国人均粮食占有量的 40%左右。以人均粮食消费量为 380kg/a 来计算（目前全国人均粮食消费水平），粮食自给率仅 40.5%；从口粮的主要构成稻谷和小麦来看，多年人均占有量约为 60kg/a，多年人均口粮消费量为 124kg/a，口粮自给率约为 49%。天津市粮食产需缺口大，自给率低，需通过外地调粮以弥补产需缺口。因此，国家的粮食安全是该区域粮食安全的重要保证，当国家粮食安全受威胁时该区域的粮食有效供给必然也将受到同样的威胁。

2.3 天津粮食波动对国家粮食波动影响趋于增强

为分析天津粮食波动对国家粮食波动影响程度，引入粮食产量波动系数和粮食波动影响度两个模型。粮食产量波动系数是指一段时间内历年粮食产量的标准差除以相应的均值的百分比，反映各地区粮食真实增长率偏离平均值的程度；粮食波动影响度表示区域粮食波动对我国粮食波动的影响程度，采用一段时期内区域粮食的标准差占同时期全国粮食的标准差百分比计算求得^[2-4]。其计算模型分别为：

$$\delta = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i} \times 100\%$$

$$\alpha = \frac{S_n}{S_i} \times 100\%$$

其中：δ 为粮食波动系数，S 为粮食标准差，X 为平均值；α 为粮食波动影响度，S_n 为 i 年区域粮食波动量，S_i 为对应时期全国粮食波动量。计算结果见表 1 和表 2。从表 1 可以看出，三个研究时段天津粮食产量波动系数总体上经历了一个先下降后又迅速升高的过程，而同期全国粮食波动系数呈现持续下降。从主要粮食作

表 1 粮食波动系数

时期		天津				全国			
		小麦	水稻	玉米	粮食	小麦	水稻	玉米	粮食
1978～1987	S	11.64	7.20	11.74	19.15	1 471.99	1 594.88	745.41	3774.56
	X	36.69	17.88	54.77	133.40	7 327.13	15 884.64	6 544.64	36 051.33
	δ（％）	31.72	40.27	21.44	14.36	20.09	10.04	11.39	10.47
1988～1997	S	7.71	8.20	9.19	16.51	1 054.15	931.62	1 442.92	3 411.66
	X	61.84	35.81	72.0	192.49	10 137.60	18 431.14	9 938.99	44 927.37
	δ（％）	12.47	22.90	12.65	8.58	10.40	5.05	14.52	7.59
1998～2008	S	12.74	13.34	12.84	25.96	985.27	1 085.77	1 678.35	3 014.59
	X	51.89	16.21	70.61	146.38	10 123.22	18 311.92	13 162.01	48 226.20
	δ（％）	24.55	82.33	18.18	17.74	9.73	5.93	12.75	6.25
1978～2008	S	14.82	13.24	13.64	32.61	1 755.29	1 676.98	3 062.23	6 171.40
	X	50.19	23.07	66.14	157.07	9 225.89	17 567.38	9 987.69	43 234.68
	δ（％）	29.53	57.41	20.62	20.76	19.03	9.55	30.66	14.27

表 2 粮食波动影响度

时期	小麦 (%)	水稻 (%)	玉米 (%)	粮食 (%)
1978~1987	0.79	0.45	1.58	0.51
1988~1997	0.73	0.88	0.64	0.48
1998~2008	1.29	1.23	0.77	0.86
1978~2008	0.84	0.79	0.45	0.53

物来看，天津小麦、水稻和玉米波动系数均表现出与粮食总量一致的变化，各研究时段，水稻波动明显高于其他两种作物；同期我国小麦表现出先降后升的发展趋势，水稻表现出先降后升发展趋势，玉米表现出先升后降发展趋势。总的看来，天津粮食产量和主要谷物波动系数普遍高于全国，水稻波动最为明显，小麦居于其次，玉米最小。从表 2 可以看出，天津粮食波动对我国粮食的影响度总体表现为先降后升。小麦和玉米波动影响度与粮食总产变化趋势一致，在经历中期的降低之后又表现出明显的增强态势，而水稻波动影响度持续保持增强态势。1998~2007 年间小麦和水稻波动度均大于 1%，远高于前两个时期；1978~1987 年间玉米波动影响度大于 1%。总的看来，天津粮食生产不稳定，波动幅度大，尤其是作为主要消费口粮的小麦和水稻的波动更为明显，天津粮食变化对我国粮食波动的影响程度趋于增强。

3 天津粮食波动的影响因素分析

粮食产量波动的影响因素可能是多方面的，包括价格、市场效益、气候以及政策等，但是，无论哪方面原因，都最终会体现到播种面积和单产两个变量。以下论述将重点围绕面积因素（包含耕地面积和粮食播种面积两方面）和单产因素进行分析。

3.1 耕地面积变化对粮食变化的影响分析

耕地是粮食生产的载体，其数量的波动变化对粮食播种面积产生着影响，并进一步影响着粮食的波动变化。1978 年天津耕地面积 469 400 hm²，到了 2008 年已经减少到 404 413hm²，年均减少耕地 2 166hm²。1978~2000 年，天津耕地年递减率为 0.21%，而 2000~2008 年递减率增至 0.59%，耕地递减率明显增加。同时，天津耕地后备资源少，目前耕地增加主要来源于未利用土地，2000~2003 年天津未利用地占当年耕地增加量的 75%~85%，经过多年持续开发，可供开发的土地已经很少，特别是天津市多年干旱，水资源严重不足，更在自然条件上限制了耕地的开发。当前天津经济高速发展对土地的需求依然强劲，耕地非农转化明显加快，耕地持续减少的发展态势短期内很难转变。

选取耕地面积年流失率和粮食总产年变化率进行比较分析。1978~2008 年期间，天津耕地面积年流失率和粮食总产年变化率均表现出大幅度波动态势（图 2）。研究时段内，粮食年变化率表现为减产的年份占 36.67%，年均减产率为 9.49%；增产年份占 63.33%，年均增产率为 7.76%；粮食年变化率波动幅度在 -29.05%~18.43%之间。同时期，耕地除 1991 年表现为递增外，其余年份均表现为递减，波动幅度为 -0.03%~1.57%。可以看出耕地持续减少的情况下，粮食总产并不一定持续下降。

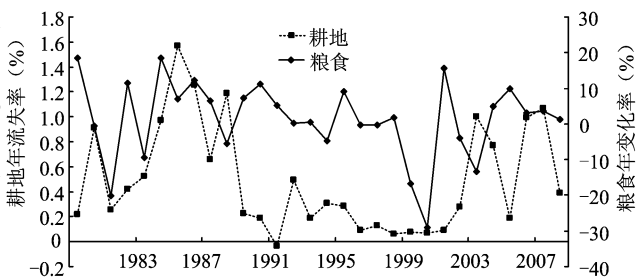


图 2 耕地面积年变化率与粮食总产年增长率变化趋势

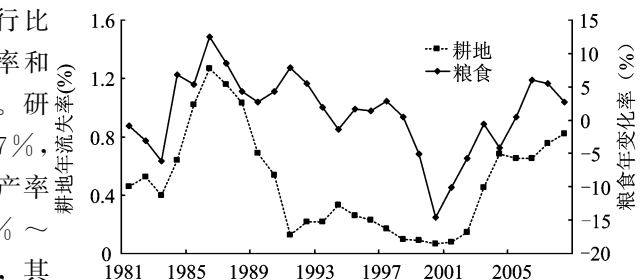


图 3 耕地面积年变化率与粮食产量年增长率的 3 年滑动平均

通过对耕地面积年变化率和粮食产量年增长率 3 年滑动平均的结果（图 3）分析表明，耕地面积年流失率与粮食总产年变化率在部分时期拟合程度较高，其中有两个明显的异变点（1989 年、1999 年）成为曲线的拐点。以两个拐点为时间界线，将研究期分为三个时段，分别计算各时段相关系数，具体见表 3。1978~1989 年和 2000~2008 年两个研究时段耕地面积年流失率和粮食产量年增长率的相关系数大，达到显著水平；1990~1999 年时段相关系数小。表现出随着耕地面积减幅缩小，粮食产量增幅加大；反之，耕地面积减幅增大，则粮食产量增幅缩小；当耕地面积减少率大幅度增大时，粮食增长率则为负值。二者相关分析表明耕地面积变化对粮食产量有明显的约束作用。

表 3 不同时段耕地面积年变化率和粮食产量年变化率及相关系数

	1978~1989	1990~1999	2000~2008
耕地面积累年变化率	-0.72	-0.18	-0.53
耕地面积年均变化率（A）	-0.75	-0.18	-0.54
粮食产量累年变化率	4.09	0.30	-1.65
粮食产量年均变化率（B）	4.11	0.57	-0.88
A-B 相关系数	0.685 **	0.207	0.864 **

** 表示在 0.01 水平（双侧）上显著相关

增长至 2008 年的 5 074 kg/hm²，增长了 1.6 倍。粮食播种面积和单产均具有明显的波动态势（图 4）。

下面分析粮食播种面积与单产波动对粮食波动的影响。粮食产量等于粮食播种面积与单产之积^[5-7]，可表示为：

$$Q_i = Y_i \cdot S_i \tag{3}$$

式中 Q 表示粮食产量， S 表示播种面积， Y 表示单位面积产量， i 表示对应的年份。以 ΔQ_i 、 S_i 和 Y_i 分别表示年际间波动量，即：

$$\Delta Q_i = Q_i - Q_{i-1} \tag{4}$$

$$\Delta Y_i = Y_i - Y_{i-1} \tag{5}$$

$$\Delta S_i = S_i - S_{i-1} \tag{6}$$

根据以上方程式，可获得：

$$\Delta Q_i = \Delta Y_i \cdot S_{i-1} + \Delta S_i \cdot Y_{i-1} + \Delta Y_i \cdot \Delta S_i \tag{7}$$

方程 5~7 表明粮食总产量的年际波动影响可以分解成三部分，分别为单位播种面积变化的影响、单产变化的影响和两者交互影响。为了估算面积和单产波动对粮食总产波动量的影响程度，采用各单项因子变化的绝对值占粮食波动总量的比值来计算获得（见表 4）。1978~2008 年间 30 个数据年度中，面积波动贡献大于单产波动贡献的有 11 年，单产波动贡献大于面积波动贡献的有 19 年。单产波动是粮食总产年际波动的主要决定因素，其平均作用占 60% 左右，而面积作用不足 40%。从时间变化趋势看，单产波动对粮食总产年际波动影响趋于减弱，播种面积对粮食总产年际波动影响趋于增强。20 世纪 80 年代，由于农业技术进步、农业政策支持以及大量资金投入，粮食单产的迅速提高，粮食单产的贡献率远高于面积的影响。随着报酬递减规律的作用，提高单产的难度越来越大，面积因素对粮食生产的约束影响显现出来。因此，在耕作制度相对稳定情况下，保持稳定的播种面积成为未来天津粮食生产稳定最为基础的条件。

表 4 粮食播种面积与单产波动对粮食总产波动的影响

	播种面积		单产		交互作用	
	平均值（%）	范围（%）	平均值（%）	范围（%）	平均值（%）	范围（%）
1978~1989	20.90	0.89~53.17	76.88	45.16~99.05	2.23	0.63~5.30
1990~1999	41.94	1.61~76.49	56.81	22.07~98.30	1.25	0.08~2.45
2000~2008	55.81	18.10~93.86	42.10	5.62~78.49	2.10	0.29~6.81
1978~2008	38.38	0.89~93.86	59.75	5.62~99.05	1.86	0.08~6.81

3.3 粮食单产的波动分析

3.2 播种面积和单产变化对粮食波动的影响分析

1978~2008 年间粮食播种面积总体呈现下降趋势，由 1978 年的 60.1 万 hm² 减少至 2008 年的 29.3 万 hm²，减少了 50% 以上；同时期，粮食单产呈现出明显增长态势，由 1978 年的 1 948kg/hm² 增

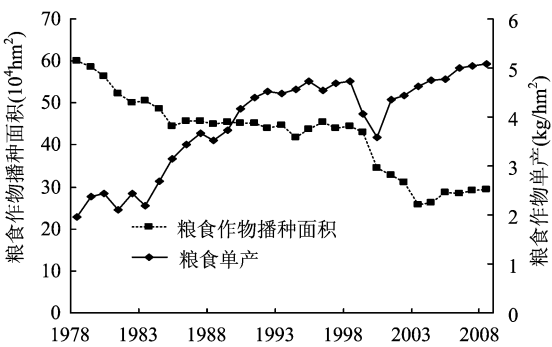


图 4 粮食播种面积和单产变化

农业生产是自然因素与社会经济因素共同作用综合系统，粮食单产作为粮食生产系统的输出，集中体现了这种共同作用。影响粮食单产的因素大致可分为农业技术水平、社会因素和气象因素三部分。

$$Y=Y_t+Y_s+Y_w$$

(5)

式中 Y 表示单产水平， Y_t 、 Y_s 和 Y_w 分别表示技术水平、社会因素和气象因素对单产的影响。本文采用 3 年滑动平均法将单产分离获得 Y_t (趋势产量项) 和波动产量项；波动产量项是由社会因素和气象因素决定的，将波动项进行分离求得波动趋势产量项，将其视为社会因素产量项 Y_s ；继而由波动产量项减去波动趋势产量项得波动剩余量，将其视为气象因素产量项 Y_w 。我们从图 5、图 6 和图 7 中可以看出， Y_t 总体上呈现增长—下降—增长的发展态势； Y_s 变化相对平稳，波动幅度在 $-217.73\sim492.01\text{ kg/hm}^2$ ； Y_w 变化呈现出剧烈波动，特别是 2000 年后波动幅度呈现增强态势，波动范围在 $-516.01\sim518.80\text{ kg/hm}^2$ 。

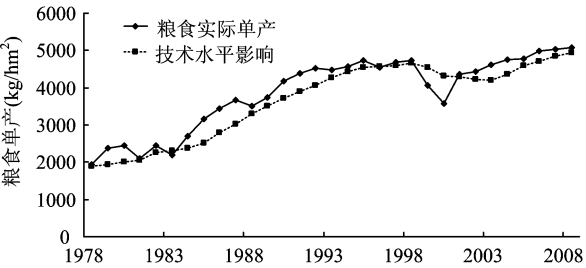


图 5 天津粮食单产及技术水平影响曲线

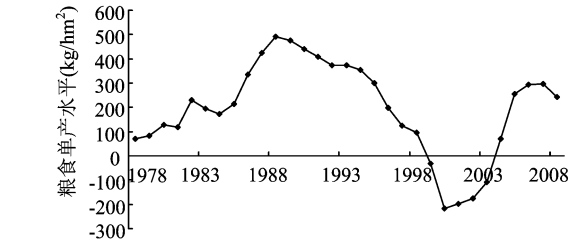


图 6 社会因素对粮食单产的影响曲线

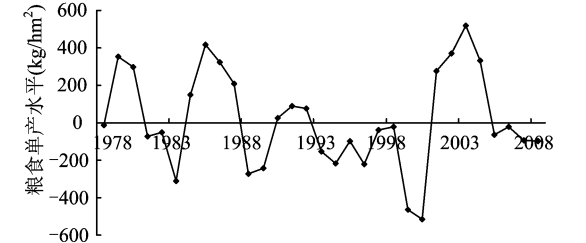


图 7 气象因素对粮食单产的影响曲线

分别计算各单项影响因子波动的绝对值占波动总量的比值，见表 5。1978~2008 年间，气象因素是单产波动的主要因素，占单产波动量平均值的 44.95%，变化范围也最大，在 1.88%~93.35%之间；技术水平居于中间，占 38.17%，变化范围在 4.24%~81.32%之间；社会因素相对较低，占 16.89%，变化范围在 0.07%~40.77%之间。与 1978~1989 年时段相比，2000~2008 年气象因素对单产波动的贡献率减少了 8.52%，但是其对单产影响程度的仍然远高于其他两个因素；与 1989~1999 年中期相比，2000~2008 年时段在经过前期的降低后又明显表现出回升态势，并再次趋于主导地位。我们可以推测，未来短时期内，农业技术水平稳步增长以及粮食市场、政策等社会因素相对稳定的情况下，气候因素影响将对粮食单产起决定性作用。

表 5 各因素对粮食单产波动影响

	技术水平		社会因素		气象因素	
	ΔY_t (%)	范围 (%)	ΔY_s (%)	范围 (%)	ΔY_w (%)	范围 (%)
1978~1989	35.23	10.14~81.32	12.60	2.22~33.47	52.17	6.15~87.34
1990~1999	45.86	11.75~77.56	17.38	0.07~40.77	36.76	5.62~62.95
2000~2008	34.77	4.24~61.98	21.59	0.65~39.74	43.65	1.88~93.35
1978~2008	38.17	4.24~81.32	16.89	0.07~40.77	44.95	1.88~93.35

4 结论与建议

1) 天津粮食生产自给率较低，粮食安全供给主要取决于国家粮食安全水平。天津粮食生产波动幅度大，其波动对国家粮食安全水平的影响在明显增强。未来一段时期，我国需求总量还将持续增加，加之粮食主产区结构调整加快和国际粮食供给不确定性，可以预见，国家粮食安全压力将加重。在此背景下，天津不可能完全依靠外部大市场和大流通来保证本地粮食供给安全，而是必须稳定粮食生产，尤其是口粮的生产，确保一定的粮食自给率，以避免出现严重的粮食危机。

2) 天津粮食播种面积总体呈现下降趋势，单产呈现增长态势；单产变化是粮食总产年际波动的主要

决定因素，其平均作用占 60％左右，而播种面积其作用不足 40％。但是粮食播种面积因素变化对粮食波动的贡献率正由弱变强，其对粮食生产的约束影响显现出来，保持一定稳定的播种面积成为未来天津粮食生产稳定最为基础的条件。因此，必须加大粮食补贴资金投入，提高农民种粮积极性，持续稳定粮食播种面积，保障粮食综合生产能力。

3) 从粮食单产波动来看，30 年间技术水平的影响平均占 38.17％，社会因素占 16.89％，气象因素占 44.95％。气象因素对单产的影响经历了低谷期后再次趋于增强，成为天津粮食单产波动的重要因子。为稳定天津粮食生产，需要进一步加强农田基础设施建设，完善渠道工程、配套渠系和灌排体系，改善农业灌溉和排涝水利设施条件。同时，积极推广节水灌溉设施，促进有限水资源的节约和高效利用，切实提高农业的抗自然灾害能力。

参考文献

1 邵立民. 我国粮食综合生产能力与粮食安全问题研究. 中国农业资源与区划, 2005, 26 (1): 23~26
2 王玉斌, 蒋俊朋. 我国粮食产量波动及地区差异比较. 农业技术经济, 2007, (6): 23~28
3 赵言文, 施毅超, 胡正义, 等. 基于国家粮食安全的长江三角洲地区耕地保护探讨. 长江流域资源与环境, 2007, 16 (4): 461~465
4 李应中, 张浩, 萧鉢. 中国灾害性天气与粮食波动. 中国农业资源与区划, 1991, (2): 41~46
5 张宇. 近 40 年来我国粮食产量变化特征初步分析. 中国农业气象, 1995, 16 (3): 1~4
6 杨秋珍, 李军. 1951~1996 年上海粮食产量变化特征分析. 上海农业学报, 1999, 15 (2): 19~25
7 周子康, 刘为纶. 从减灾和提高气候资源利用效率角度探讨浙江省的粮食生产. 自然资源学报, 1997, (6): 1~9

THE VARIATION FEATURES OF GRAIN YIELD IN TIANJIN

Niu gaohua¹, Li jin¹, Zhao yanwen²

(1. Rural Economy and Zoning Institute of Tianjin, Tianjin 300192, China;
2. College of Resource and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract Tianjin City is one of the major food consume regions in China, and the food security of Tianjin depends on the level of China. So the degree of sensitivity of food security of Tianjin is higher than the major grain production region. Based on the grain yield data of Tianjin from 1978 to 2008, the variation features of grain yield of Tianjin in recent 30 years and the relationships between the variation features of grain yield of Tianjin were analyzed. The results showed that the grain yield in Tianjin had been increasing from 1978 to 2008 although with an annual fluctuation. And the influence of variation of grain yield of Tianjin on the variation of China had increased gradually. The grain yield per unit area was a main factor influencing variation of grain yield, which occupied about 60％ of contribution, while the influence of sown area on the variation of grain yield was small but becoming stronger. The 45％ of variation of grain yield per unit was mainly resulted from the annually climatic variations.

Keywords grain; variation; sown area of grain; grain yield per unit