

马晓刚, 李凝, 周斌, 等. 干旱对阜新粮食产量的影响研究[J]. 灾害学, 2019, 34(1): 139–144. [MA Xiaogang, LI Ning, ZHOU Bin, et al. Study on the effect of drought on grain yield in Fuxin[J]. Journal of Catastrophology, 2019, 34(1): 139–144. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.01.026.]

## 干旱对阜新粮食产量的影响研究<sup>\*</sup>

马晓刚<sup>1</sup>, 李凝<sup>1</sup>, 周斌<sup>2</sup>, 李辑<sup>2</sup>, 孙可<sup>1</sup>, 刘继<sup>1</sup>, 左壮<sup>1</sup>

(1. 阜新市气象局, 辽宁 阜新 123000; 2. 辽宁省气象科学研究所, 辽宁 沈阳 110116)

**摘要:** 利用2000–2017年阜新地区旱情、降水量和粮食产量等相关资料, 对阜新农作物生长季干旱与粮食产量关系进行了分析和研究。得出的结论是: 阜新农业干旱存在大小周期。其中, 小周期有3年、6年, 大周期15年。干旱年多呈连续性, 最多连续干旱4~5年, 出现在大周期; 最少连续干旱1~2年, 出现在小周期。春、夏、秋各季重特大干旱几率比为3:4:3。重特大干旱、中轻旱、不早的几率比为7:2:1。春、夏、秋三季连续重特大干旱、二季重特大干旱、一季重特大干旱之间的几率比为1.7:2.5:5.8。中轻度干旱年, 粮食年景为8~10成年; 一季重特大干旱年, 粮食年景为6~7成年; 二季重特大干旱年, 粮食年景为5~6成年; 三季重特大干旱年, 粮食年景为2~3成年。阜新粮食总产量与全市各乡镇3~10月平均降水量相关性最好, 相关系数为0.814; 玉米平均单产与全市各乡镇6~8月平均降水量相关性最好, 相关系数为0.836。阜新生长季降水量对粮食总产量的平均贡献率为0.088亿kg/mm。

**关键词:** 干旱规律; 粮食产量; 年景评估; 辽宁阜新

**中图分类号:** X43; P467; S423 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2019)01-0139-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2019.01.026

阜新位于辽宁省西部, 地势西高东低, 浅山丘陵占总面积的60%, 光照、热量充足, 降水时空分布不均, 有“十年九旱”之称。阜新人均耕地面积是全省平均的2倍, 是全国人均耕地面积的4倍, 粮食播种面积约占90%以上, 玉米占80%以上。

研究表明, 干旱是导致粮食减产的最主要的农业气象灾害<sup>[1]</sup>。旱灾对阜新粮食生产的影响具有频率高、持续时间长、影响范围广、减产严重、甚至绝收等特点。阜新是农业气候干旱较为严重的地区, 在整个生长季中, 有春、夏、秋三季连旱, 有春夏、春秋和夏秋二季干旱, 还有春、夏、秋季单一季节的干旱。其中, 重特大干旱对阜新粮食产量影响最为严重。阜新是一个“靠天吃饭, 雨养农业”地区, 受干旱气候影响, 阜新地区的粮食产量存在着很大不稳定性, 最高粮食总产在28亿kg以上, 最低总产在6亿kg以下。随着社会经济的快速发展及全球粮食安全问题的突出, 阜新市充分利用土地资源, 不断扩大粮食生产规模, 已成为辽宁省主要粮食生产基地之一。如何实现科学播种, 稳产、高产及合理调整农业种植业结构是阜新现代农业发展的重要任务。在气象为政府决策服务中, 干旱决策服务是重中之

重。为更好的开展为农业服务工作, 找出阜新农业干旱发生规律及对粮食产量的影响, 是本研究的目的所在。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

资料主要来源于阜新气象、农业、统计等部门2000–2017年全市各乡镇旱情、降水量及粮食产量等数据。2000–2017年, 阜新经历了最严重干旱导致的严重减产年及丰沛的降水带来的历史大丰收年, 资料有较好的代表性和完整性。

### 1.2 研究方法

将阜新农业生长季的干旱时段分为一季干旱(春、夏、秋), 二季干旱(春夏, 夏秋和春秋), 及三季连旱(春、夏、秋)三类; 从干旱程度上, 分为特旱、重旱、中旱、轻旱、不早五种。通过对生长季不同时段、不同干旱程度条件下的旱情与阜新地区粮食产量之间的关系、降水量与产量的相关性、降水量对粮食产量的贡献率及适宜不同产量的降水量范围等进行分析, 得出干旱对阜

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2018-06-28

修回日期: 2018-08-21

基金项目: 辽宁省农业领域青年科技创新人才培养计划项目(2015030)

第一作者简介: 马晓刚(1961-), 男, 辽宁鞍山人, 正研级高级工程师, 研究方向为短期气候预测和农业气象防灾减灾。

E-mail: maxiaogang666@sina.com

新粮食产量影响结论。

## 2 干旱对阜新粮食产量的影响

### 2.1 生长季干旱的发生规律

为量化分析 2000–2017 年阜新干旱的发生规律,将各季不同干旱程度赋予数值,如:不旱为 0、轻旱为 1、中旱为 2、重旱为 3、特旱为 4,那么将历年各季所赋予的数值相加,构成了阜新生长季干旱强度指数。通过分析各年干旱强度变化,从而得出了阜新 2000–2017 年阜新干旱发生的基本规律。结果显示:阜新重特大干旱存在大小周期。小周期有 3 年、6 年,与李新旺等<sup>[2]</sup>研究的粮食产量波动周期相近;大周期 15 年,与吕彦彬等<sup>[3]</sup>研究的我国旱灾平均周期约 14.25 年相近。分析中发现,阜新干旱年多有连续性。一般最长连续干旱 4~5 年,发生在大周期内;最短连续 1~2 年,发生在小周期内。从 2000–2017 年阜新共出现 1 个干旱大周期,三个干旱小周期,其中,3 年周期出现 1 次,6 年周期出现 2 次。大周期为 2000–2015 年,小周期有 2000–2006 年,2006–2009 年,2009–2015 年(图 1、表 1)。

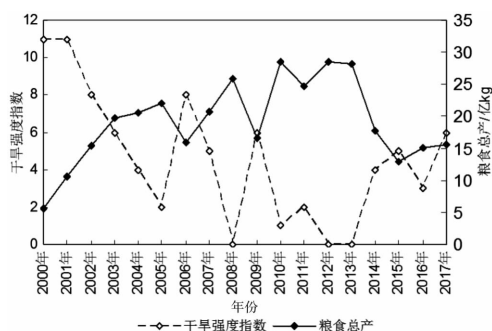


图 1 2000–2017 年阜新粮食总产与干旱强度指数的关系

从春、夏、秋各季旱情发生规律看,春季重特大干旱有 6 年,占各年的 33.3%,其中,重旱年占 11.1%,特旱年占 22.2%;夏季重特大干旱有 8 年,多于春季,占各年的 44.4%,其中,重旱年占 33.3%,特旱年占 11.1%;秋季重特大干旱有 5 年,少于春季和夏季,占各年的 27.8%,其中,重旱年占 16.7%,特旱年占 11.1%。说明,春季特大干旱几率最大,夏季重旱几率最大;夏季重特大干旱几率最大,秋季重特大干旱几率最小。春、夏、秋各季重特大干旱几率比为 3:4:3。其中,春、夏、秋各季重旱几率比为 2:5:3,特旱几率比为 5:2.5:2.5。说明,夏季重旱多,春季特旱多。

从年度旱情发生规律看,重特大干旱年(1 季最重为重度或特大干旱)有 12 年,占 66.6%,中轻旱年(1 季最重为中度或轻度干旱)有 3 年,占 16.7%,不旱年有 3 年,占 16.7%,重特大干旱年、中轻旱年、不旱年之间的比为 6.6:1.7:1.7。说明阜新地区 10 年中有 8.3 年旱,证明了传统说法阜新地区

“十年九旱”与实际非常接近。

从不同时段旱情发生规律看,春、夏、秋连续重特大干旱有 2 年,占 11.1%,二季重特大干旱有 3 年,占 16.7%,一季重特大干旱有 7 年,占 38.9%,它们之间的比例为 1.7:2.5:5.8。说明,生长季中,一个季节发生重特旱的几率最大。

### 2.2 干旱对农业生产及作物长势的影响

在粮食作物生长季,严重的春旱、夏旱及秋旱对作物正常生长发育和产量均有明显影响。主要原因是,当生长季出现少雨干旱时,作物细胞扩张生长动力不足,影响光合作用和养分输送,植株矮小;同时,当生长季盛期时出现严重干旱,对抽穗、受粉影响很大,最终导致粮食严重减产。如 2003 年、2017 年,阜新发生了历史罕见的春播期特大干旱,旱情一直持续到 6 月 18 日,均在 6 月 19 日出现有效降水,雨后播种,正常播种期被推迟 50 d 以上,尽管播种以后降水增加,长势良好,但因作物生育期不足,出现籽粒成熟度下降,不饱满现象,造成严重减产。又如 2007 年、2016 年,阜新发生了夏初持续严重高温干旱,出现玉米等作物叶片萎缩、干枯现象,影响了作物正常生长,植株矮小,或出现过熟成熟;尽管后期降水增多,作物生长得到一定恢复,但直接影响后期发育,同样导致植株矮小、穗小,造成严重减产。2014 年、2015 年,阜新连续出现严重伏旱,出现生长量不足、穗小秃尖现象,导致严重减产。如 2009 年夏秋连续重旱,叶片卷缩,部分干枯,严重减产。如 2000 年、2001 年阜新出现了春、夏、秋连续重特大干旱,并伴有持续高温少雨时段,植株生长缓慢或不长、叶片干枯,甚至植株死亡,部分毁种;粮食作物出现籽粒不饱满、干瘪现象,造成严重减产,几乎绝收,历史罕见(表 1)。

### 2.3 干旱对粮食产量影响

研究表明,农作物生长季旱情是造成阜新粮食严重减产的最重要影响因素(表 1,表 2,图 1、图 2)。

分析表明,阜新粮食总产与生长季干旱强度指数成反比,相关系数为 0.894,通过了  $P < 0.001$  的显著性检验(图 1)。阜新粮食总产方程为  $Y = 26.697 - 1.657X$ ,  $X$  为生长季干旱强度指数。利用 2000–2017 年阜新生长季干旱强度模拟了阜新粮食总产历史演变。结果表明,粮食总产平均绝对误差仅为 2.3 亿 kg,有较好的实用价值,可为阜新粮食产量评估和预报提供重要科学依据。

同时,旱情的时间分布及强度对阜新粮食产量有重要影响(表 1)。当出现春、夏、秋一季中旱以下旱情时,粮食产量年景为 8~10 成年,其中,中度秋旱 8 成年,中度春旱 9 成年,不旱年为 10 成年;当出现春、夏、秋季一季重特大干旱时,粮食产量年景为 6~7 成年,其中,夏旱年景为 6 成年,春旱年景为 7 成年;当出现春秋或夏秋二季重特大干旱时,春秋和夏秋粮食产量年景为 5~6 成年;春、夏、秋三季连续重特大干旱,粮食年景为 2~3 成年,几乎绝收。总之,不早年份总产量最

高, 位列第 1, 一季中度以下干旱年份总产量位列第 2, 两季重特大干旱年份总产量位列第 3, 三季重特大干旱年份总产量最低, 位列第 4。旱灾造成粮食严重减产, 同时, 也在经济上受到严重损失。以无旱年的实际产量为基点<sup>[4]</sup>, 2000–2017 年, 因旱灾, 每年阜新地区粮食总产量比特大丰收年平均减产

5.6 亿 kg。2014–2017 年阜新连续大旱, 共减产 40 亿 kg 以上, 年平均减产 10 亿 kg 以上, 其中玉米占绝大比例, 按玉米当前价格 1.6 元/kg, 近 4 年因严重干旱平均每年经济损失 16 亿元。2000–2017 年间, 阜新粮食减产最严重的是 2000 年, 减产 22 亿 kg, 玉米平均单产仅 102kg, 几乎绝收。

表 1 2000–2017 年阜新生长季旱情、影响与粮食产量

年份	粮食总产 (亿 kg/ 30 万 hm <sup>2</sup> )	全市玉米 平均单产 (kg/hm <sup>2</sup> )	全市干旱程度			旱情
			3–5 月	6–8 月	9–10 月	
2000	5.7	1543.9	重	特	特	春、夏、秋严重连旱。主要时段在 5 月 30 日–8 月 8 日。尤其是 5 月下旬–7 月下旬持续高温少雨, 植株不长、玉米底部 5~6 叶枯死, 部分植株死亡, 7 月 30 日有拔杆、毁种、出现绝收现象。百年不遇, 严重减产, 几乎绝收。
2001	10.6	3945.2	特	重	特	春、夏、秋季严重连旱。主要时段 3–5 月、7、8 月。前期 2 类苗, 后期 3 类苗; 7、8 月干旱, 9 月 22 日出现早霜, 比历年早近 10 d, 籽粒不饱满。严重减产。
2002	15.4	5299.5	重	中	重	春末、夏初严重干旱及秋旱。2 类长势, 成熟度下降, 籽粒不饱满, 干瘪。严重减产。
2003	19.8	8222.6	特	中		春播期–夏初, 严重少雨干旱。6 月 19 日出现有效降水。播种期推迟 50 d。生育期不足。严重减产。
2004	20.5	6869.2	特			播种期至 6 月中旬少雨, 但春季底墒较好。影响较小。无旱灾。丰收。
2005	22.0	7321.9			中	大丰收。
2006	16.0	5429.4	中	重	重	夏秋连续严重干旱。主要时段在 7 月 1 日–8 月 25 日。作物叶片卷缩, 杆株干黄, 部分干枯、旱死。严重减产。
2007	20.8	6830.7		重	中	初夏旱严重。主要时段在 6 月 15–30 日。6 月中旬高温干旱, 出苗慢, 不齐, 叶片卷缩; 秋季籽粒不饱满。丰收。
2008	25.9	8609.0				大丰收。
2009	16.6	3191.1		重	重	8 月 11 日–9 月 31 日, 叶片卷缩, 部分干枯。严重减产。
2010	28.6	9199.3		轻		特大丰收。
2011	24.7	9370.8	中			部分春旱。个别有缺苗断垅现象。特大丰收。
2012	28.5	9415.2				局部干旱。特大丰收
2013	28.2	1066.1				局部干旱。特大丰收
2014	17.7	6559.5		重	轻	7、8 月。夏秋连旱。植株矮小、穗小秃尖, 减产。
2015	13.0	4257.5		特	轻	7、8 月。植株矮小、穗小秃尖, 严重减产。
2016	15.1	6173.0		重		6 月下旬–7 月上旬少雨, 干旱严重。苗期至生长季前期, 植株矮小、后期穗小、秃尖。严重减产。
2017	15.6	5990.2	特	中		4 月至 6 月 19 日降水特少, 严重干旱, 影响播种, 大部播种推迟 50 天; 东部有添墒播种的; 拔节后雨水增多。生育期不足, 成熟度降低, 严重减产, 西部为主。花生生育期不足, 籽粒不饱满。严重减产。

表 2 2000–2017 年干旱对阜新粮食产量影响评估

	一季重特大干旱			二季重特大干旱			三季重特大干旱	一年中仅一季中度以下干旱			
	春	夏	秋	春夏	夏秋	春秋	春夏秋	春(中旱)	夏(轻旱)	秋(中旱)	不早
玉米单产/(kg/hm <sup>2</sup> )	7027	5955	—	—	4310	5299	2745	9370	9199	7321	9561
总产/10 <sup>8</sup> kg	18.6	16.6	—	—	16.3	15.4	8.1	24.7	28.7	22.1	27.5
玉米单产减少比例/%	–26.5	–37.7	—	—	–54.9	–44.5	–71.2	–1.9	–3.7	–20.2	0
总产减少比例/%	–32.3	–39.6	—	—	–40.7	–44	–70.5	–12.4	3.6	–19.6	0
年景	7 成	6 成	—	—	5~6 成	5~6 成	2–3 成	9 成	10 成	8 成	10 成

表 3 2000—2017 年不同时段阜新各乡镇平均降水量/mm

年份	1—12 月	3—5 月	6—8 月	9—10 月	4—9 月	4—8 月	3—10 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
2000	256.6	45.7	173.5	16.2	229.6	218.3	235.4	18.9	25.9	19.8	43.7	110.0	11.3
2001	254.5	17.8	219.0	11.9	244.7	234.3	248.7	3.5	11.9	82.9	69.4	66.6	10.4
2002	308.1	50.0	241.2	14.1	284.9	283.2	305.3	29.8	10.5	61.2	80.8	100.9	1.7
2003	439.1	8.9	361.0	75.5	395.5	368.5	445.4	1.5	6.0	149.4	103.2	108.4	27.0
2004	450.6	26.2	310.8	63.9	376.1	336.8	400.9	1.3	24.8	71.8	161.9	77.0	39.3
2005	503.1	104.4	349.6	25.3	473.5	453.9	479.3	32.1	72.2	131.5	95.2	122.9	19.6
2006	345.9	52.8	198.1	58.1	281.5	251.3	309.0	22.2	29.3	97.4	52.8	49.6	30.2
2007	403.5	94.7	260.3	36.8	330.0	319.4	391.8	7.1	52.0	40.2	144.9	75.2	10.6
2008	450.1	88.1	328.9	49.6	443.2	409.7	466.6	22.3	58.4	79.0	189.5	60.5	33.5
2009	363.4	94.6	240.0	24.8	332.7	326.9	359.4	62.0	25.2	70.0	155.6	14.1	5.8
2010	646.9	129.2	366.9	109.7	526.9	479.8	605.8	32.8	80.1	19.7	187.6	159.6	47.1
2011	408.8	54.7	308.0	31.2	379.2	362.6	393.9	10.7	44.0	80.7	121.6	105.6	16.6
2012	693.9	127.0	377.1	136.0	570.7	485.3	640.1	79.7	28.6	120.6	104.6	151.8	85.4
2013	522.3	65.9	368.9	76.7	440.5	419.4	511.5	37.3	13.2	52.6	228.1	88.2	21.1
2014	368.6	79.3	234.6	46.2	337.7	304.9	360.1	0.9	69.4	127.6	53.8	53.2	32.8
2015	364.9	86.2	220.4	40.5	337.8	305.3	347.1	26.2	59.0	117.6	47.4	55.1	32.5
2016	559.8	131.6	359.4	49.8	509.9	484.9	540.8	30.7	94.8	56.8	207.7	94.9	25.0
2017	370.3	19.5	297.0	48.4	347.3	316.4	364.9	0.6	18.8	44.9	66.3	185.8	30.9
平均	482.3	70.9	289.7	50.8	380.0	353.3	411.4	23.3	40.2	79.0	117.5	93.3	26.7

表 4 2000—2017 年阜新粮食产量与不同时段各乡镇平均降水量的相关系数

	1—12 月	3—10 月	4—9 月	4—8 月	3—5 月	6—8 月	9—10 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
玉米单产与 降水量相关系数	0.743	0.774	0.749	0.731	0.249	0.836	0.663	0.118	0.153	0.165	0.564	0.368	0.486
粮食总产与 降水量相关系数	0.794	0.814	0.774	0.764	0.422	0.792	0.687	0.338	0.191	0.116	0.628	0.271	0.518

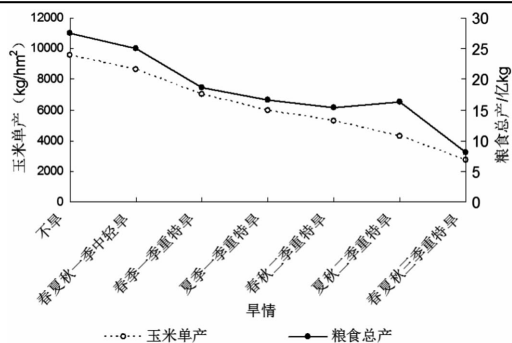


图 2 2000—2017 年阜新生长季不同时段重特大干旱与粮食产量的变化

## 2.4 粮食产量与降水量的关系

### 2.4.1 粮食产量与降水量相关分析

“水是生命之源”。农作物从播种到成熟，除满足必要的光、热条件外，还要满足较适宜的需水量，作物才能生长旺盛，获得丰收；否则，产量和品质均会受到不利影响。对阜新地区来说，不是每年都是“风调雨顺”的，而更多的是出现不同程度的旱情及波动的粮食产量。分析表明，降水量及时空分布是决定阜新干旱的最重要因素。多数年份生长季降水量基本反映旱涝趋势。也有极少数年份，阶段性严重干旱发生在月或季降水量偏多的时候，并出现旱

灾，在相关分析中不易被发现，说明有时月季降水量很难反映出降水在时空上的分配<sup>[5]</sup>。如 2016 年 7 月上中旬严重少雨干旱，但 7 月降水量却异常偏多，阶段性干旱又导致粮食严重减产。所以，将降水量和实际旱情影响共同分析，更能全面、客观的反映干旱气候对阜新粮食产量影响。为了考察生长季不同时段降水量对粮食产量的影响程度，对 2000—2017 年阜新玉米平均单产、粮食总产与不同时段全市各乡镇平均降水量进行相关统计(表 1, 表 3, 表 4)，结果显示，在生长季各时段中，阜新玉米平均单产与 6—8 月降水量相关最好，相关系数为 0.836，其次是与 9—10 月降水量，相关系数为 0.663；在生长季各月中，阜新玉米平均单产与 7 月降水量相关最好，相关系数为 0.564，其次是与 9 月降水量，相关系数为 0.486。阜新粮食总产与 3—10 月降水量相关最好，相关系数为 0.814，其次是与 6—8 月降水量，相关系数为 0.792；在生长季各月中，阜新粮食总产与 7 月降水量相关最好，相关系数为 0.628，其次是与 9 月降水量，相关系数为 0.518。因为 7 月正值玉米等粮食作物受粉、开花的关键生育期，9 月是粮食作物干物质积累和形成产量的关键生育期。

表5 阜新粮食产量年景与旱情关系指标

年景	粮食总产范围 (亿 kg/30 万 hm <sup>2</sup> )	旱情个例	生长季干旱 强度指数	适宜降水量范围	
				年( $R_{1-12月}$ ) 降水量/mm	夏季( $R_{6-8月}$ ) 降水量/mm
特大丰收年	$W \geq 28$	不早	0	$\geq 560$	$\geq 360$
大丰收年	$25 \leq W < 28$	轻旱	1	$510 \leq R_{1-12月} < 560$	$330 \leq R_{6-8月} < 360$
丰收年	$21 \leq W < 25$	春、秋一季中旱	2~3	$450 \leq R_{1-12月} < 510$	$300 \leq R_{6-8月} < 330$
平年	$18 \leq W < 21$	春季重特大干旱	4~5	$400 \leq R_{1-12月} < 450$	$270 \leq R_{6-8月} < 300$
歉收年	$16 \leq W < 18$	春秋两季重特大干旱	6~7	$350 \leq R_{1-12月} < 400$	$240 \leq R_{6-8月} < 270$
严重歉收年	$6 \leq W < 16$	夏秋两季重特大干旱	8~9	$260 \leq R_{1-12月} < 350$	$200 \leq R_{6-8月} < 240$
绝收年	$W < 6$	春夏秋三季连续重特大干旱	>9	$R_{1-12月} < 260$	$R_{6-8月} < 200$

#### 2.4.2 降水量对粮食产量的贡献率

阜新地区属于“雨养农业”地区,所以,当耕地面积、种子、肥料、生产方式、田间管理等变化较小的情况下,降水量成为影响粮食产量的根本因素。孙彦坤等<sup>[6]</sup>对不同时期水分对春小麦产量的影响进行了分析和研究,揭示了不同时期降水量对作物生长和产量的影响。为定量分析阜新生长季降水量对粮食总产的平均贡献率,将历年最低产量年作为粮食产量和降水量的起点年,与特大丰收年的粮食总产量和生长季降水量进行比较。分析结果表明,阜新4~9月生长季降水量对粮食总产量的平均贡献率为0.088亿kg/mm。

### 3 旱情与粮食产量年景评估

根据2000~2017年阜新干旱对粮食产量的影响规律,得出了阜新粮食年景、旱情、生长季干旱强度指数及适宜降水量的关系(表5)。可以此为参考依据,为未来粮食产量年景及定量化的产量预报提供依据。张琪等<sup>[7]</sup>研究指出,辽宁A类地区干旱是影响玉米产量的主要因素;张淑杰等<sup>[8]</sup>研究辽宁地区玉米耗水量与产量的关系结论指出,当耗水量达到400~600mm时,玉米能够获得高产,这与本研究结论是一致的。2000~2017年阜新粮食产量年景与旱情和降水量关系表,共七级,包括特大丰收年、大丰收年、丰收年、平年、歉收年、严重歉收年、绝收年。年初可利用年度、夏季各乡镇平均降水量的预测值对当年粮食产量年景进行预估,也可在8月底利用前期旱情及夏季各乡镇平均降水量实况对当年粮食产量年景进行更精准定量预估。

### 4 结论

对2000~2017年阜新农作物生长季干旱与阜新粮食产量关系进行了分析和研究。得出的结论是:

(1)阜新干旱存在大小周期。小周期有3年、6年,大周期15年。一般最长连续干旱4~5年,最短干旱1~2年。说明,阜新干旱多连续性。

(2)春、夏、秋各季重特大干旱几率比为3:4:3。其中,春、夏、秋各季重旱几率比为2:5:3,特大干旱几率比为5:2.5:2.5,说明,夏季重旱偏多,春季特大干旱偏多。

(3)当一季及以上出现干旱时为一个干旱年,重特大干旱、中轻旱、不早的几率比为7:2:1。说明,重特大干旱年明显偏多。

(4)三季连续重特大干旱、二季重特大干旱、一季重特大干旱之间的几率比为1.7:2.5:5.8。说明,一季发生重特大干旱的几率最大。

(5)当出现春、夏、秋三季连续重特大干旱时,阜新粮食总产历年最低;当出现春秋或夏秋二季重特大干旱时,夏秋季重特大干旱粮食总产最低,其次是春秋;当出现春、夏或秋季一季重特大干旱时,夏旱产量最低。

(6)中轻度干旱年,粮食年景为8~10成年;一季重特大干旱年,粮食年景为6~7成年;二季重特大干旱年,粮食年景为5~6成年;三季重特大干旱年,粮食年景为2~3成年。

(7)最严重干旱年,粮食减产约22亿kg,中等干旱年粮食减产8~12亿kg,轻度干旱年粮食减产3~5亿kg。

(8)阜新粮食总产量与全市各乡镇3~10月平均降水量相关性最好,相关系数为0.814;玉米平均单产与全市各乡镇6~8月平均降水量相关性最好,相关系数为0.836。

(9)阜新生长季降水量对粮食总产量的平均贡献率为0.088亿kg/mm。

### 参考文献:

- [1] 武艳娟,李玉娥,刘运通,等.宁夏气象灾害变化及其对粮食产量的影响[J].中国农业气象,2008,29(4):491~495.
- [2] 李新旺,王树涛,门明新,等.基于EMD的河北省粮食产量波动及其成因的时空多尺度分析[J].自然资源学报,2009,24(11):1995~2002.
- [3] 吕彦彬,王玉斌.我国旱灾变迁及对粮食产量的影响[J].河南农业科学,2014,43(10):19~22.
- [4] 颜亮东,李林,李红梅.青海省气象干旱对粮食产量的影响及其评估方法研究[J].冰川冻土,2013,35(3):687~690.
- [5] 刘明,杨奇勇,王克林.长沙市旱涝灾害及其与粮食产量波

- 动关系研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2007, 23(3): 320-323.
- [6] 孙彦坤, 梁荣欣, 杨爱民. 不同时期水分对春小麦产量的影响[J]. 中国农业气象, 1998, 19(2): 17-19.
- [7] 张琪, 张继权, 佟志军, 等. 干旱对辽宁省玉米产量影响及风险区划[J]. 灾害学, 2010, 25(2): 87-91.
- [8] 张淑杰, 周广胜, 张玉书, 等. 辽宁地区玉米耗水量与产量的关系[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(1): 246-250.

## Study on the effect of drought on Grain Yield in Fuxin

MA Xiaogang<sup>1</sup>, LI Ning<sup>1</sup>, ZHOU Bin<sup>2</sup>, LI Ji<sup>2</sup>, SHUN Ke<sup>1</sup>, LIU Ji<sup>1</sup> and ZUO ZHuang<sup>1</sup>

(1. *Fuxin Meteorological Bureau, Fuxin 123000, China;*

2. *Meteorological Science Institute of Liaoning, Shenyang 110116, China*)

**Abstract:** Based on the data of drought, precipitation and grain yield in Fuxin area from 2000 to 2017, The relationship between drought and grain yield in the growing season of Fuxin was analyzed and studied. The conclusion were as follows: The small cycles of drought in Fuxin were 3 years and 6 years. The large period was about 15 years. In general, continuous drought in large cycles lasted for 4 years to 5 years, and small cycles drought for 1 to 2 years. The ratio of the probability of severe drought of spring, summer and autumn was 3: 4: 3. Among them, The ratio of the probability of heavy drought in each season was 2: 5: 3, and The ratio of the probability of extreme drought was 5: 2.5: 2.5, which indicates that the heavy drought was much more In summer, the extreme drought was much more In spring. The ratio of the probability of severe drought, middle drought, light dry year to drought free year was about 7: 1: 2. The ratio of the probability of continuous heavy drought in three seasons and severe drought in the two seasons and heavy drought in one season was 1.7: 2.5: 5.8. It shows that the greatest probability of severe drought was in one season. when the spring, summer and autumn three seasons experienced severe drought, the total grain production in Fuxin was lowest in all years. When the two seasons of spring and autumn or summer and autumn was heavy drought, the total yield of heavy arid grain in summer and autumn was the lowest, followed by spring and autumn, and the phenomenon of continuous heavy drought in spring and summer was less. moderate drought year, the annual grain harvest was 80% to 100% ; one season heavy dry year, grain harvest was 60% to 70% ; two season heavy dry year, grain harvest was 50% to 60% ; three seasons heavy dry year, grain arvest was 20% to 30% . In the most severe drought year, the grain loss was about 2.2 billion Kilograms, and the grain loss in middle dry year was 0.8 billion to 1.0 billion Kilograms, and the grain loss in light drought year was 0.3 billion to 0.5 billion Kilograms. The total grain output in Fuxin was in good correlation with the average precipitation from March to October in all townships, The correlation coefficient was 0.814 . The average yield per unit area of maize was in good correlation with the precipitation of all townships from June to August, The correlation coefficient was 0.836 . the average contribution rate of annual precipitation to total grain output in Fuxin was 8.8 million kg/mm.

**Key words:** drought law; yield impact; annual assessment; Fuxin; Liaoning