

农业气象研究报告选编

(第一集)

吉林省农业科学院

一九七九年十一月

目 录

吉林省中部地区作物丰欠气候条件的研究	(1)
✓ 延边地区水稻产量与气象条件关系的初步探讨	(12)
吉林省主要地区作物丰欠与气候条件关系的初步探讨	(21)
高粱生育产量与气候要素的关系	(33)
春小麦的农业气象鉴定及物候期预报常数的建立	(44)
大豆农业气象条件研究	(60)
大豆需水量鉴定试验初步结果	(80)
大豆水分条件的初步研究	(90)
主要农作物各发育期对低温抵抗能力鉴定	(99)
大豆增花保荚与农业气象条件关系的初步探讨	(104)
春小麦的水分条件及灌溉	(116)

吉林省中部地区作物丰欠 气候条件的研究

潘铁夫 王健青

气候条件变化剧烈，对农业丰欠影响颇大。我国有不少农谚表达了气候与收成丰欠的关系，说明农民群众对此亦有较深刻的认识。为了认识自然规律，充分利用有利的气候资源，防御和减轻气象灾害的影响，争取农业增产稳收，我们对作物丰欠气候条件进行了研究。现在试就吉林省粮豆主产区——中部平原地区的主要作物产量年际变化与气候条件的关系，进行初步探讨。

吉林省中部平原地区包括榆树、扶余、德惠、农安、怀德、梨树、九台县的全部或大部 and 长春、四平两市，以及双阳和伊通的一部，亦即中长路两旁海拔高度200米左右的洪积台地（宽处可达100公里）。境内地势较平坦，土壤多系肥沃的黑土。盛产大豆、高粱、玉米和谷子，此四种作物约占总耕地面积80%（各占20%左右），此外水稻、小麦和甜菜等作物亦有栽培。

本区属温带半湿润地区，冬季漫长，寒冷少雨；春秋短促，雨水较少；夏季虽短，但温暖多雨，具大陆季风气候特色。年平均温度为 $3.6-5.7^{\circ}\text{C}$ ，无霜期135—145天，年日照时数约2700小时，年降水量约600余毫米。全年有65%左右的降水量集中在六至八月，该三个月平均气温 $20.5-22.2^{\circ}\text{C}$ ，作物生育期内有比较充沛的热量和水分，有利农业生产的发展。

资料来源 公主岭试验地一九一六年至一九三九年产量资料来自前公主岭农事试验场的丰欠对照试验结果。一九五一至一九五七年为前东北农业科学研究所的作物品种比较试验和轮作区的历年产量数字。大豆、高粱、谷子为31年材料（一九一六至一九三九年，一九五一至一九五七年）。玉米小麦为23年材料（一九一六至一九三一年，一九五一至一九五七年）。考虑到虽在同一地点但两段时期生产水平不同，故分别计算产量比率，然后与公主岭气象资料对照分析。生产上以怀德、榆树、德惠三县来代表本区，引用该三县一九三八至一九四二年，一九五〇至一九五七年的产量数字。因两段时期生产水平及统计方法不同，也分两段计算产量比率，然后再与处于三县之间的长春气象资料进行对比分析。并以怀德县一九五〇至一九五七年生产上的产量资料与县人委所在地公主岭气象资料对比分析。生产上的产量资料年分短，但能反映大面积生产的情况，并受生产条件的影响；试验地材料年限较长，可靠性大，能反映出作物本身与气候条件的关系，但与生产情况有一定距离，并生育期和成熟期一般都比生产上提前。两者结合起来加以分析，能比较全面地反映实际

* 本文承王金陵教授审阅并指正，刘秀清、张惠玉同志曾参加部分统计计算工作，特此致谢。

情况。

分析方法 以相关系数法求大致趋势,以图表坐标法和划分类型法求找指标。作物丰欠型按产量比率划分。公主岭试验地的大豆、高粱、玉米、谷子产量按 $>111\%$, $90-110\%$, $<89\%$,小麦按 >116 , $85-115\%$, $<84\%$ 划分丰平欠三型;生产上材料因年数不多,仅以 $>100\%$ 和 $<99\%$ 划分丰欠两型。又将降水量和气温作为纵横作标,在图内分别以 $\oplus$ 、 $\bigcirc$ 、 $\ominus$ 标志丰平欠收,来求找各种作物在不同月份和全生育期的适宜和不利的天气指标(图三)。作物产量稳定程度以稳产率($\%$)标志,〔稳产率= $(1-\text{变异系数})$ 〕,变异系数以历年产量比率计算离均差求得,稳产率数字越大表示产量越稳定。

一、各种作物的产量水平与稳产程度

从表一可见本区生产上以高粱、玉米产量最高,单产每公顷1400公斤左右(玉米包括一部分混作面积,产量数字偏高);大豆、谷子次之,约1,100余公斤;小麦最低,仅571公斤。公主岭试验地一九一六至一九三九年材料趋势和生产上一致,而一九五二至一九五七年材料可看出由于农业技术水平和土壤肥力的提高,良种的采用,各种作物的产量水平均有上升,尤以谷子、小麦提高得快。

表一 各种作物历年平均产量及稳产率

项 目	大 豆	高 粱	谷 子	玉 米	小 麦	统 计 年 份
三 县 (怀 德, 德 惠, 榆 树) 生 产 地						
平均产量 (公斤/公顷)	1,196	1,394	1,151	1,489	571	1938—1942、1950—1957
稳产率($\%$)	90.3	86.9	90.0	89.5	76.7	1938—1942、1950—1957
公 主 岭 试 验 地						
平均产量 (公斤/公顷)	1,389	2,347	1,440	2,282	914	1916—1939
平均产量 (公斤/公顷)	1,625	2,922	2,415	(2,930)	1,792	1952—1957
稳产率($\%$)	86.1	86.1	82.0	84.3	73.0	1916—1939、1951—1957

〔注〕三县生产地小麦为1950—1957年材料。

公主岭试验地产量和稳产率玉米、小麦为1916—1931、1951—1957年。

各种作物稳产率的数字说明,在生产上以大豆、玉米和谷子比较稳定,高粱次之,小麦产量最不稳定。但小麦的不稳产程度随着抗锈品种的采用、土地肥力和农业技术的提高,稳产率由一九一六至一九三一年的69%上升到一九五一至一九五七年的82%。

二、作物产量与气候条件关系

现将各种大田作物产量与气象要素之间的相关系数(表二)以及丰欠年的气象要素值(表三、四)分列如下,作为分析作物产量与气候条件关系的依据。

表二 大田作物产量与气候要素之间的相关系数

作物	平 均 气 温 (°C)						降 水 量 (毫米)						资 料 年 数
	5月	6月	7月	8月	6—8月	5—9月	5月	6月	7月	8月	6—8月	5—9月	
公主岭试验地 (1916—1939, 1951—1957年)													
大豆	-0.223	-0.399	-0.332	-0.224	-0.478*	-0.348	+0.311	+0.310	+0.282	-0.118	+0.241	+0.301	31
高粱	+0.082	+0.139	+0.251	+0.081	+0.241	+0.092	-0.325	-0.667*	-0.523*	+0.150	-0.429*	-0.488*	31
谷子	-0.001	+0.220	+0.224	+0.071	+0.263	+0.091	-0.131	-0.625*	-0.309	+0.046	-0.467*	-0.512*	31
玉米	-0.097	+0.275	-0.006	-0.265	+0.035	-0.122	-0.030	-0.217	+0.215	+0.093	+0.119	-0.019	23
怀德县生产地 (1950—1957年)													
大豆	-0.328	-0.439	+0.083	+0.271	+0.070	-0.066	+0.321	+0.282	-0.024	-0.417	-0.100	-0.005	8
高粱	+0.026	+0.464	+0.649	+0.718*	+0.869*	+0.727*	-0.094	-0.636	-0.697*	-0.871*	-0.915*	-0.883*	8
谷子	+0.392	+0.508	+0.822*	+0.316	+0.796*	+0.721*	-0.383	-0.687*	-0.597	-0.775*	-0.861*	-0.881*	8
玉米	+0.092	+0.334	+0.661	+0.400	+0.612	+0.482	-0.345	-0.508	-0.632	-0.647	-0.839*	-0.683*	8
粮 豆	+0.085	+0.375	+0.720*	+0.567	+0.798*	+0.648	-0.137	-0.592	-0.683	-0.864*	-0.892*	-0.855*	8
三县(怀德、德惠、榆树)生产地 (1938—1942, 1950—1957年)													
大豆	+0.049	-0.122	+0.275	+0.069	+0.122	+0.038	+0.354	-0.082	-0.132	-0.093	-0.224	-0.079	13
高粱	-0.077	+0.377	+0.438	+0.640*	+0.556*	+0.400	+0.126	-0.442	-0.389	-0.206	-0.640*	-0.341	13
谷子	+0.077	+0.195	+0.485	+0.125	+0.523	+0.379	+0.043	-0.358	-0.465	-0.209	-0.622*	-0.367	13
玉米	+0.106	+0.255	+0.474	+0.187	+0.509	+0.373	+0.314	-0.428	-0.159	-0.089	-0.708*	-0.450	13
粮 豆	+0.018	+0.261	+0.483	+0.253	+0.519	+0.353	+0.188	-0.417	-0.449	-0.148	-0.689*	-0.116	13

〔注〕有*者相关系数显著。

表三

大田作物丰平欠年降水量

(公主岭丰欠试验地)

作物	年成	年数	降水量 (毫米)					
			5月	6月	7月	8月	6—8月	5—9月
大豆	丰年	10	66.5	127.5	189.3	106.7	423.5	551.8
	平年	11	48.5	112.1	179.7	161.6	453.4	570.5
	欠年	10	39.3	86.7	150.2	150.4	387.3	484.9
高粱	丰年	11	43.8	94.7	167.6	129.1	391.4	489.8
	平年	15	49.6	91.3	144.0	155.3	390.6	489.4
	欠年	5	73.0	193.0	260.6	101.1	554.7	714.1
谷子	丰年	8	40.2	63.7	153.7	100.1	317.5	407.3
	平年	16	51.3	98.4	163.6	171.4	433.4	547.4
	欠年	7	64.0	184.6	217.6	115.0	517.2	660.7
玉米	丰年	6	45.8	90.4	157.1	131.3	378.8	493.7
	平年	12	47.7	108.6	179.7	146.1	434.4	537.7
	欠年	5	62.2	89.3	169.1	166.8	425.2	547.4
历年平均值	—	31	51.3	108.9	173.2	140.3	422.4	536.8

〔注〕产量比率 $>111\%$ 为丰年。 $90-110\%$ 为平年, $<89\%$ 为欠年。

并根据座标图表法找出各种大田作物不同降水量趋势(表五)。

现分别按作物进行探讨。

(一)大豆

生产上和试验地大豆产量均与五月分降水量呈正相关趋势(表二)。本地区春季少雨,比较干旱,大豆发芽出苗要求水分较严格,生产上又采用不大利于保墒的扣种,播种萌芽期水分不足,造成缺苗断条,或因之延迟播种期,影响产量甚大,我们可暂称为生产上的大豆水分临界期。五月分有较多的雨水(60毫米左右),则利于保苗全苗。

公主岭丰欠试验地大豆产量与六至八月温度呈明显的负相关,与降水量呈正相关,大豆本身喜湿润凉爽气候(表二、三)。从图一可看出大豆丰产出现在雨水较多的年分,与高粱、谷子的趋势正好助反,故流传着“早谷涝豆”的谚语。在生产上则大豆产量与六至八月温度、降水量的关系均不大(表二、四)。这和生产上有较大面积大豆种在低洼地上,比平坦的试验地地温较低水分较多,以及生产上多雨时不利田间管理而影响减产有关。

从生产上材料和有关科学资料来看,本区生育盛期(六至八月)平均气温 22°C 左右,适宜大豆生育。生产上于温度较低的年分对大豆产量影响不大。公主岭丰欠试验结果,温度较低尚对大豆生育有利。吉林省的敦化和黑龙江省北纬 50° 的黑河等冷凉地区大豆种植面积甚多,群众中也流传着“豆子不怕凉”的说法。由此看来,大豆在本地区需要正常的气温,并是一种生育期较能耐低温的作物。

表四

大田作物丰欠年的气象要素值

(怀德县生产地)

作物	年成	年数	平 均 气 温 (°C)					降 水 量 (毫米)						
			5月	6月	7月	8月	6—8月	5—9月	5月	9月	7月	8月	9—8月	5—9月
大豆	丰	4	14.5	20.0	23.2	22.3	21.8	19.0	57.4	161.8	188.8	130.5	481.1	619.3
	欠	4	15.7	20.6	23.4	21.9	22.0	19.3	34.4	110.6	175.4	147.7	433.7	531.0
高粱	丰	4	15.3	20.8	24.0	22.3	22.4	19.5	45.3	89.8	161.5	83.5	334.8	444.7
	欠	4	14.9	19.6	22.6	21.9	21.4	18.7	46.5	182.5	202.7	194.8	580.0	705.6
谷子	丰	5	14.6	20.4	24.0	22.3	22.2	19.5	38.9	108.1	167.5	101.2	376.8	477.5
	欠	3	14.3	19.7	22.1	21.7	21.2	18.5	57.6	183.0	206.5	202.3	591.8	738.0
玉米	丰	4	15.3	20.8	24.0	22.3	22.4	19.5	45.3	89.8	161.5	83.5	334.8	444.7
	欠	4	14.9	19.6	22.6	21.9	21.4	18.7	46.5	182.5	202.7	194.8	580.0	705.6
历年平均值		8	15.1	20.2	23.3	22.1	21.9	19.1	45.9	136.2	182.1	139.1	457.4	575.2

〔注〕产量比率>100%为丰年，<99%为欠年。

三县生产地大田作物丰欠年的气象要素值与本表趋势一致，故不另列。

六月是大豆营养生长时期，按大豆本身需要比本地历年平均值稍多的水分，但多雨影响铲趟，故生产上六月降水量与产量相关系数甚小。七、八月正值大豆开花结荚和鼓粒阶段，据作者一九五九年和一九六〇年盆栽试验，此期受旱减产最显著，是大豆生物学上水分临界期，忌干旱。但本地区七、八月雨水充沛，一般都能保证大豆需要，故该时期降水量和产量的相关系数不明显。也有个别年分，此时期雨水过少（如一九五五年），造成减产。生产上大豆全生育期（五至九月）适宜降水量为450—600毫米，此期内雨水稍多影响不大，而出现干旱和雨水过多则不利。吉林省西部的双辽县有54%的年分五至九月降水量低于400毫米，大豆播种面积很少，仅为总面积的4%。

如上所述，本区降水量和气温均对大豆很适宜，产量高而稳定，是世界大豆高产优质地区。

表五 不同降水量的大田作物产量趋势

(公主岭丰欠试验地, 单位: 毫米)

作物	5月	6月	7月	8月	6—8月	5—9月						
大豆	>121	平	>161	平偏丰	>311	欠	>181	偏欠	>551	平偏欠	>751	平偏欠
	61—120	丰	81—160	平	180—310	偏丰	91—180	偏丰	381—550	偏丰	491—750	偏丰
	31—60	平	41—80	平偏欠	131—180	平	<90	偏欠	231—380	偏欠	301—490	偏欠
高粱	<30	偏欠	<40	偏欠	<130	偏欠	—	—	<230	欠	<300	欠
	>71	平	>211	欠	>251	欠	>181	平	>601	欠	>781	欠
	31—70	偏丰	101—210	平	171—250	丰	101—180	偏丰	401—600	平	601—780	平偏欠
梁	<30	平	61—100	丰	81—170	平偏丰	61—100	平	251—400	丰	351—600	丰
	—	—	<60	平	<80	平	<60	欠	201—250	平	281—350	平
	>71	欠	>191	欠	>251	欠	>151	平偏欠	>601	欠	>781	欠
谷	31—70	偏丰	101—190	平	151—250	平	61—150	偏丰	401—600	平偏欠	601—780	平偏欠
	<30	平	61—100	偏丰	61—150	偏丰	<60	欠	301—400	偏丰	451—600	平
	—	—	21—60	丰	<60	平	—	—	201—300	丰	281—450	丰

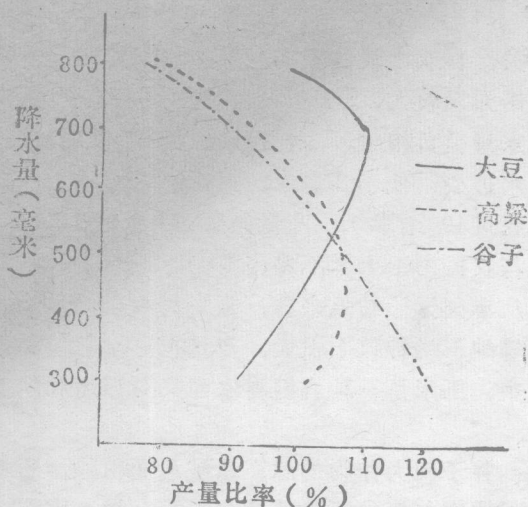


图 1、5—9 月不同降水量的作物产量趋势
(公主岭丰欠试验地)

凉能引起高粱雁脖子(穗的下部不实)和贪青晚熟,以及谷子空壳烂根,遭致减产。七、八月总降水量超过400毫米,七月分平均气温低于 22.5°C ,八月分温度低于 21°C ,均对高粱、谷子生育不利。特别是在生产上高粱产量与八月气温呈明显的正相关。此时低温冷凉会引起高粱成熟期延迟,因霜害而显著减产(如一九五六年)。由于高粱谷子有上述特性,群众中流传着“高粱、谷子要伏里热”,“高粱要晒伏尾”的说法,以及“高粱开花地裂纹,庄稼老多坐粮食囤”的谚语。

从上述材料可看出高粱、谷子均喜欢温暖及比较少雨的气候,低温冷凉则不利。但两者还有所不同。在对温度因子的要求上,高粱更为严格,忌凉冷,在冷凉的敦化和黑河地区高粱几已绝迹。谷子虽也喜

温暖气候,但对温度的适应范围较广,冷凉年分谷子受影响不如高粱那样大,在黑河和敦化地区谷子均有栽培。对水分条件而言,谷子在水分过多时的反应比高粱敏感,忌涝湿,

(二) 高粱、谷子(粟)

高粱、谷子的产量在生产上与六至八月气温呈明显的正相关,该两种作物在生产上和试验地产量均与六至八月降水量呈明显的负相关(表二)。丰年出现在温度较高雨较少的年分,欠年出现在温度较低雨水较多的年分(表三、四)。从图二可明显看出高粱、谷子产量与六至八月降水量气温之间的关系。

六月分低温多雨会引起幼苗瘦弱,生育延迟,且不利铲趟间苗,引起草荒(高粱、谷子幼苗生长较慢,易被草欺),显著减产。生产上六月降水超过160毫米为欠收年,以80毫米左右为宜。七、八月正值高粱、谷子的孕穗、抽穗和灌浆时期,需要温暖气候。多雨冷

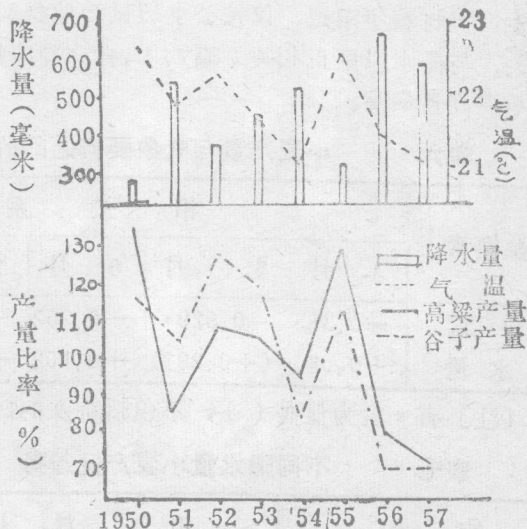


图 2、高粱谷子产量与 6—8 月降水量和气温的关系
(怀德县生产地)

所以农民群众很少把谷子种在低洼地上，以免受涝烂根，

(三) 玉米

生产上玉米产量与六至八月温度呈正相关，喜欢比较温暖的气候（表二、四），但玉米对低温的适应性较强，冷凉的敦化地区栽培面积较大，仅次于大豆，黑河地区亦有栽培。

生产上的玉米产量与生育盛期各月的降水量呈负相关。六月分多雨（超过180毫米）不利铲趟间苗和幼苗生育，影响减产。但降水过少，低于50毫米，也影响营养生长和穗部分化，降低产量。七、八两月降水量过多（超过400毫米），产量显著下降。生产上玉米产量与六至八月降水量呈明显的负相关。这与农民由于玉米不易因雨阴冷凉而贪青晚熟遭受霜害，往往把玉米种在较低的地块有关。从丰欠试验结果来看，玉米与六至八月降水量稍呈正相关。吉林省降水较多的通化和东丰等地玉米种植面积大，产量也高，有关科学资料也说明玉米本身需要较多的雨水。总的说来，玉米是一种喜温喜水而又对温度和降水量适应范围较广的高产稳收作物，

此外，以生产上每年大豆、高粱、玉米、谷子四大作物的总产量被总面积除，所得粮豆单产来标志该年总的年成。将各年粮豆产量比率与气象要素值计算相关系数，可看出六月多雨和七、八月的低温涝湿是造成本地区粮豆产量下降的主要原因。在六至八月温度较高，雨水偏少的年分，粮豆总产量高（表二）。故本地区有“怕涝不怕旱”和“有钱难买五月（阳历六月）旱”之谚语。如不包括大豆，将高粱、谷子和玉米三者合计的粮食产量，计算其与气象要素的关系，则上述的相关系数更加明显。

(四) 小麦

因生产上材料年限短，仅按公主岭试验地材料加以探讨，小麦产量与四至六各月温度呈负相关，与降水量呈正相关（表六），喜欢冷凉湿润的气候。东北三省也以冷凉湿润的黑龙江省小麦产量最高。

表六 小麦产量与气象要素之间的相关系数（公主岭丰欠试验地）

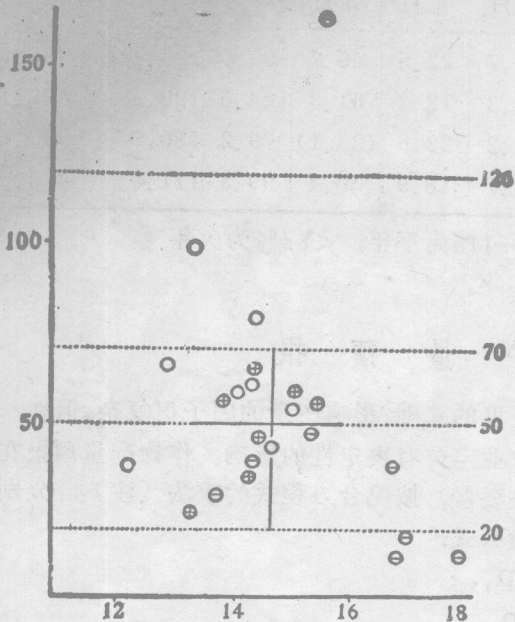
气象要素	相 关 系 数					资料年数
	4 月	5 月	6 月	7 月	上年7—10月	
平均气温	-0.385	-0.529*	-0.262	-0.266	—	23
降 水 量	+0.085	(+0.297)	+0.102	-0.185	+0.530*	23

〔注〕有*者为显著（），不包括特殊的1930年。

表七 不同降水量小麦产量趋势（公主岭丰欠试验地）

作 物	5 月		6 月		7 月		上年7—10月	
小 麦	71—120	平	>131	平	>301	欠	>501	丰
	51—70	丰	71—130	偏丰	161—300	偏欠	351—500	平
	21—50	平	<70	欠	51—160	偏平	<350	欠
	<20	欠	—	—	—	—	—	—
历月平均值	50.4		99.3		171.5		414.9	

五月分正值小麦小穗分化时期，温度过高水分不足，不利分化，穗小粒少，显著减产。小麦产量与五月温度呈明显的负相关，与降水量呈正相关，有“麦收四月（阳历五月）雨”之谚。从图三可看出，在五月分气温13°—15℃、降水量50—70毫米的范围内能获得小麦丰收。五月降水量低于20毫米，气温高于16℃，均欠收年。



图三 小麦产量与5月分降水量及气温的关系
 ●丰年 ○平年 ◐歉年

图3 小麦产量与5月分降水量及气温关系

最大的时期)的需水供应影响甚大，小麦产量与上年七至十月降水量呈明的正相关，回归方程式为 $Y = 40.6 + 0.14X$ (图四)。当上年七十至月降水量超过500毫米为丰年，低于350毫米为欠年 (表七)。怀德县生产地小麦产量也与上年七至十月降水量呈明显的正相关。华北一带流传“麦收隔年墒”的农谚，在吉林中部地区同样表现这样的情况。

综上所述，小麦丰收出现在上年夏秋雨水较多，当年五月分冷凉湿润、六月分雨水正常偏多，七月分雨水较少的年分；反之，则产量趋低 (表六、八)。再则，五，六月内降水分布不均，也会引起阶段水分供应不足，而影响产量下降。

六月分正值丰欠试验地，小麦拔节、抽穗和灌浆时期，需要较多的雨水。作者一九六〇年盆栽试验，小麦小麦各个发育期以抽穗灌浆期受旱减产最多 (是生物学上水分临界期)，拔节期次之。本地一般年份进入六月雨水增多，土壤水分状况开始好转，所以相关系数反不如五月明显，有的年月此时干旱，对小麦甚为不利，六月降水量低于70毫米是欠收指标。

七月是全年降水量最多月分，雨水过多时遭致病害和影响小麦的成熟收获，引起减产，故丰欠试验地小麦产量与七月降水量与七月降水量呈负相关。

本区春季少雨，小麦生育前期 (抽穗以前)所需水分主要靠前秋贮存下来的水分，雨水多寡对分蘖拔节时)生产上水分条件对麦产量影响

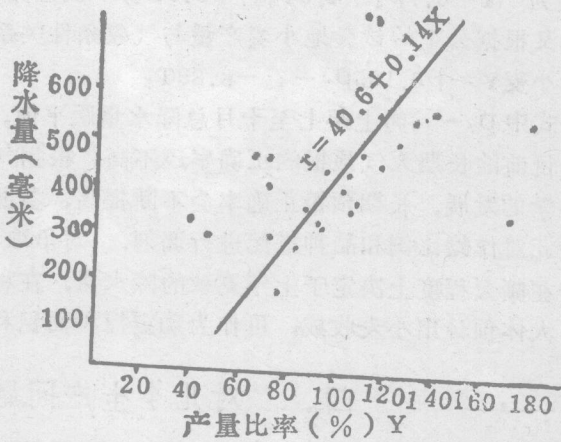


图4、小麦产量与上年7—10月降水量关系

表八 小麦丰、平、欠年的气象要素值 (公主岭丰欠试验地)

年 成	年数	平均气温 (°C)				降 水 量 (毫米)				
		4月	5月	6月	7月	4月	5月	6月	7月	上年7—10月
丰	7	6.2	14.4	20.4	23.7	22.5	46.7	93.6	129.4	495.7
平	8	7.3	13.9	20.3	23.3	12.2	61.3	124.5	199.2	427.7
欠	8	7.8	15.9	20.9	24.2	22.6	(25.1)	79.2	180.7	336.3
历年平均值	23	7.2	14.7	20.5	23.7	18.9	50.4	99.3	171.5	414.9

〔注〕①产量比率>116%为丰年, 85—115为平年, <84%为欠年。

②有()者不包括特殊的1930年。

三、作物产量预报

作物丰欠气候条件的研究是开展产量预报的基础。影响产量的因子很复杂,但在一定的地区,相对稳定的技术水平,气候变化对农业丰欠有决定性的影响。作物产量预报在我国还很少进行,现在试以密切影响产量的气象要素,按配合方程式的求法〔注〕,分别作出了吉林省中部地区生产上作物产量预报经验公式:

大豆: $Y = +0.36P_5 + 3.9T_{78} - 0.025P_{78}$

高粱: $Y = -0.14P_6 + 4.37T_8 - 0.079P_{78}$

谷子: $Y = -0.09P_6 + 2.64T_7 - 0.063P_{78}$

式中Y为作物产量比率(%)的距平值(即离均值), P_5 、 P_6 分别为五月、六月的降水量(毫米)的距平值, P_{78} 为七、八两月总降水量的距平值, T_7 、 T_8 分别为七、八月平均值, T_{78} 为七、八两月平均气温的距平值。

将上述经验公式代入历年实际气象和产量资料进行验证,得出各作物的平均误差,大豆为7.1%、高粱为10.2%、谷子为8.8%(日本永井氏求得日本东北六县稻米产量的预报公式为: $Y = 6.7P_4 + 4.0T_{567} + 9.7S_8$, 误差为9.9%)。

又根据公主岭试验地小麦产量与气象条件关系,求出了小麦的产量预报经验公式:

小麦 $Y = +0.105P_{7-10} - 8.89T_5$

式中 P_{7-10} 为上年七至十月总降水量距平值, T_5 为当年五月平均气温的距平值。

目前的长期天气预报的正确率还不高,根据气象预报来估计产量还有困难。但随着气象科学的发展,长期预报正确率会不断提高,参照产量预报经验公式预计各种作物产量,并据此对作物比例和品种搭配进行调剂,对争取增产稳收有着一定的生产意义。特别是小麦在颇大程度上决定于上年夏秋的降水量,在种麦以前就能根据已有气象资料和实地验墒,大体预计出小麦收成,可作为确定播种面积和选择地块的依据。

四、对几个生产问题的商榷

探讨作物丰欠与气候条件关系是一项基础性的研究工作,可以为确定农业技术措施和合理作物布局提供农业气候方面的依据。

作物布局与地区气候特点关系甚大，本区的大豆面积从东到西随雨水的减少和盐碱地的增加而减少，以东北部雨水较多气温较低的榆树县为最大，占总播种面积的36.2%，中部的德惠为23.6%，西部雨水较少的农安县仅7.7%。高粱的面积由南往北随温度的降低而减少，南部的怀德县为27.1%，比较冷凉的榆树县则为19.5%。为了适应气候的年际变化，获得稳收，每个地方都要注意保持各种作物的适当比例。从上述丰欠研究材料可看出，在低温多雨年分高粱、谷子减产，玉米受影响较小，大豆则能获得较好的收成；在高温少雨年高粱谷子丰收，玉米次之，大豆减产。所以这里一般是大豆和玉米，高粱和谷子分，合计面积相近，这对调节丰欠得到稳产是有好处的。高粱、玉米是本地区两大高产作物别为了保证能获得较高的粮食总产，两者合计应占较大面积（不少于总播种面积的40%）。公主岭27年试验资料证明，在高温少雨年高粱产量高于玉米，在低温多雨年则玉米产量高于高粱，所以这两种高产作物又要保持适当比例，互补丰欠。实行粮豆混作和麦豆套作也是充分利用气候土地资源增加产量和适应气候变化互相调节缓和丰欠的好办法。

耕作方法必须适应当地的自然特点。前面提到高粱、谷子等产量均与六至八月降水量呈明显的负相关，夏季雨水有剩余；大豆需水多，也一般能得到满足。而垄作具有排除多余水分、提高地温的作用，有利作物生育，并且便于田间管理，所以本地区无论在生产上和科学研究机构，大田作物在夏季多雨季节都是起垄的。在低洼地春季返浆，生育期涝湿，则须全年保持垄型。本地区春季降雨少，但高粱、谷子产量与五月分降水量相关系数很小，原垄地春季土壤水分良好，生产上在一般春旱年分也不存在这两种作物因少雨而不保苗的现象。可见群众采取秋季不动土，春季原垄杯种高粱和谷子办法，是一种有利于保墒保苗的措施。大豆产量则与五月分降水量呈较大的正相关，生产上存在大豆扣种不保墒，有因春季墒情不好等雨播种错过季节影响产量的问题，需要进一步研究解决。

影响本区小麦产量的关键问题是一水二肥。本区小麦生育前期水分供应不墒，根据公主岭多年的土壤湿度测定资料，在五、六月小麦地土壤水分往往低于适宜土壤湿度下限，对小麦产量有很大影响。改善土壤水分状况的途径有：选择水肥条件较好的平川地和沿江地种植，进行小麦地冬春灌溉，以及试行连作小麦半休闲种植制。上面谈到小麦产量与上年七至十月降水量呈明显的正相关。小麦收获（七月下旬）后历年都有较多的降雨量，进行半休闲耕作保墒可以积蓄充足的水分，为来年小麦生育打下良好的基础，这是战胜春旱获得小麦增产稳收有希望的措施。吉林省小麦主产区扶余县也有很多是实行小麦连作制获得增产稳收的。

丰欠研究也为水利灌溉事业的发展提供了依据，根据上述材料本地区大田作物总产量与生育盛期（六至八月）降水量呈明显的负相关，各种自然灾害以涝湿影响最大，开展治理内涝和防止河流出槽的水利建设，在平洼地采取抗涝耕作栽培措施具有十分重要的意义。

〔注〕 $Y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3$ 的配合式，按下述联立方程式求出a、b、c、d各系数

$$\begin{cases} na + b\sum x_1 + c\sum x_2 + d\sum x_3 = \sum y \\ a\sum x_1 + b\sum x_1^2 + c\sum x_1x_2 + d\sum x_1x_3 = \sum x_1y \\ a\sum x_2 + b\sum x_1x_2 + c\sum x_2^2 + d\sum x_2x_3 = \sum x_2y \\ a\sum x_3 + b\sum x_1x_3 + c\sum x_2x_3 + d\sum x_3^2 = \sum x_3y \end{cases}$$

延边地区水稻产量与气象条件 关系的初步探讨

冯绍印

朴昌一

(吉林省农科院) (延边农学院)

水稻是延边朝鲜族自治州主要粮食作物之一。而历年水稻产量的丰欠,在目前农业技术水平的栽培管理下,还主要受着气象条件的影响与支配。因之,探明本地区农业气象条件对水稻生育产量的影响规律,从而为因地因时制宜的改进农业技术措施、创造高额而稳定的水稻收成提供科学依据、具有十分重要的意义。本文,即是从农业气象角度通过历史资料的统计整理、对本地区水稻生育产量与农业气象条件关系试行分析的初步结果。

一、点的选择和资料来源

(一)本州概况与选点

本州位于我省东部北纬42—44°、东经127—131°处。按本州的自然地理环境特点和气候异差状况以及农业生产现状,全州大致可分为珲春近海盆地、延吉丘陵盆地,敦化,安图山间盆地等三种气候类型区域。珲春近海盆地气候型,其温度较高,寒暖变化暖和,年平均气温为5.5°C、最冷月(1月下旬)平均气温为-12°C左右,最热月出现略迟(8月)、平均气温为20°C左右,全年无霜期为135—150天。年降水量在650毫米左右、风速较大,夏季阴雨日数较多。延吉丘陵盆地气候型,年平均气温为4.4—4.7°C、最冷月平均气温为-15°C左右,最热月(7月)平均气温为21°C左右、年无霜期为125—135天。年降水量在500毫米左右。敦化、安图山间盆地气候类型,其温度较低,年平均气温为2.2—3.3°C左右,最冷月平均气温-18°C,最热月(7月)平均气温为19—21°C。年无霜期为110—120天,年降水量在550—650毫米左右。于水稻生育期内,前两气候类型地区之气候相近、水稻亦多集中在此两区内,其水稻种植面积约占全州水稻总面积的70%左右。敦化、安图山间盆地气候类型地区,气候比较冷凉、水稻种植面积亦较少、约占全州水稻面积的30%左右。且多

* 此项工作系由延边农学院遗传选种教研室和吉林省农业科学院农业气象研究室于1962年秋至1963年初共同协作进行的。工作过程中,曾蒙延边地区农业科学研究所与延吉农业气象试验站提供许多资料和帮助,延边农学院农学系金今松,赵成坤老师也参加了部分统计工作,在此一并致谢。

此文刊《吉林农业科学》第1卷、第2期(1964)

是产量不太高的早、中熟品种分布区域。综和前述情况，我们在分析资料时，以资料比较完整和水稻种植面积较多（近全州水稻总面积的50%左右）及产量较高的延吉丘陵盆地气候类型区域为主。选取其中延吉县（市）为代表点；另以珲春近海盆地和敦化、安图山间盆地两气候类型区域为辅，选取珲春和敦化县分别为两气候类型区域的代表点。

（二）资料来源和整理方法

水稻生育产量资料：

1938—1942、1950—1961年各县的水稻单位面积产量资料、系州委统计部门于1962年核订正后的数值。1962年产量资料，系各县农业科综合各公社上报的数值，并按产量与相关最大的气候要素所求得的经验式进行了验证。

原子二号（晚熟种）与青森五号（中熟种）两代表品种1950—1962年的生育物候期和产量资料，系延边地区农业科学研究所历年品种比较试验的实测值。审核中、发现青森五号品种的历年产量变动回归差异显著（ $B = 2.64 \cdot p0.05$ ），故进行了逐年产量变动趋势的消除订证，订正式为： $y_e = 84 + 2.46X$ ， y_e 为订正后的产量，比值以84为百分之百来做常年的产量， X 为年次顺序值。

对上述水稻单位面积产量、为适应不同历史时期农业技术水平的农业气候评价，均系采用产量指数（%）来表达，并将1938—1942，1950—1962年化分为两个阶段分别求算其产量指数。

气象资料：

1938—1942、1950—1959年系来自“吉林省气象资料”（吉林省气象局1962年出版），并使用了延吉市气象台及延吉县农业气象试验站1950—1962年的观测资料和珲春县1957—1962丰及敦化县1953—1961年的观测资料进行了校对与补充。

二、初步分析结果

（一）水稻生育期间气象要素的平年值及其变动状况与水稻产量丰欠的关系

以延吉为代表，对其水稻本田生育期间主要气象要素的平年值和变动状况（以标准差和变异系数表示），及其对水稻产量丰欠的影响进行了整理，结果如表1、2、

表1、延吉旬别气象与标准差 统计期间：1938—1942 1950—1962¹⁸年

项	旬	6 月			7 月			8 月			9 月		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
平均气温	°C	15.8	18.5	19.4	20.4	22.3	22.7	23.1	22.1	20.0	17.7	15.1	12.9
标准差	°C	2.2	2.2	2.0	2.1	2.4	2.4	1.6	1.6	1.6	1.3	1.3	1.3
平均最低气温	°C	10.3	12.8	14.3	16.0	17.9	18.7	18.8	17.6	15.2	12.6	9.2	6.4
标准差		1.2	1.4	1.5	1.4	2.2	1.9	1.6	1.5	1.8	2.0	1.9	1.8
日照时数	h	67	68	63	55	60	61	62	60	62	62	69	63
标准差	h	24.1	21.9	18.2	19.0	22.1	23.2	19.2	19.1	12.8	15.5	16.6	14.4
变异系数	%	36.1	32.3	28.8	34.5	37.1	38.3	30.8	32.0	20.6	25.0	21.4	21.2

表2 延吉县、市水稻丰欠年的平均气温, 最低气温与平年的偏差值

产量 增 减 %	生育 期	6 月		7 月			8 月			9 月			包括年分
		中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
		插	分	幼	化	期	抽	花	灌	熟	黄		
		秧	蘖	稻	稻	期	穗	期	浆	期	熟		
平 均 气 温 (°C)													
>-20		-0.7	-0.6	-0.6	-1.5	-2.9	-1.9	-1.0	-0.7	0.0	-0.1	-0.5	40、41、54、57
-10~-20		-1.5	-0.4	-1.8	-1.5	-0.1	+1.1	-0.7	-0.1	-0.1	+0.1	+1.0	51、56、60
±10		-0.4	-1.1	-0.4	-0.5	+0.6	+0.7	+0.1	+0.3	+0.8	-0.3	-0.4	38、53、62
+10~+20		+1.0	+2.0	+0.3	+0.9	+1.0	+0.1	+0.6	-0.1	+0.2	+1.1	+0.3	50、52、58、59
>+20		+1.2	-0.1	+2.3	+2.2	+1.6	+0.5	+1.0	+1.1	+0.6	+0.1	+0.6	39、42、55、61
平 均 值		18.5	19.4	20.4	22.3	22.7	23.1	22.1	20.0	17.7	15.1	12.9	1938—1942
标 准 差		2.2	2.0	2.1	2.4	2.4	1.6	1.6	1.6	1.3	1.3	1.3	1950—1962 ^{18年}
平 均 最 低 气 温													
>-20		-0.4	-0.4	-0.4	-1.9	-2.6	-0.6	-0.5	-0.1	+0.1	-0.7	-0.7	同
-10~-20		-0.7	-0.8	-1.4	-1.6	-0.3	-1.1	-1.1	-0.2	-0.1	+0.3	+1.6	
±10		-0.2	-0.2	-0.4	+0.5	+0.9	+0.8	+0.6	+0.7	-1.3	-0.2	-0.4	
+10~+20		+0.6	+1.3	+0.3	+0.3	+1.0	-0.1	+0.3	-0.5	-0.1	+0.8	-0.2	
>+20		+0.7	+0.2	+1.3	+2.2	+1.0	+0.3	+0.5	+0.2	+1.0	-0.3	+1.1	
年 平 均		12.8	14.3	16.0	17.9	18.7	18.8	17.6	15.2	12.6	9.2	6.4	上
标 准 差		1.4	1.5	1.4	2.2	1.9	1.6	1.5	1.8	2.0	1.9	1.8	

* 产量增减系按全县(市)水稻产量及农科所的元子二号, 青森五号产量综合平均划分的。

从表1中看到: 本地区旬平均气温的标准差,以七月中、下旬为最大,六月各旬和七月上旬次之,再次为八月和九月。旬平均最低气温标准差值于旬间的分布、与旬平均气温有大致相似的趋势,唯自八月下旬以后的标准差略有增大,可居次位。日照时数的年际变动较大,一般在八月中旬以前的变异系数多在30%以上,最大标准差和变异系数亦均出现在七月中下旬。气象要素标准差较大值的出现时期,一般说明该时期此一要素的年际变化范围较大,它与农作物生育产量的相关亦较为密切。本地区水稻丰产年的旬平均气温和旬平均最低气温与平年的偏差均大于或接近于2/3~1个标准差值,其中尤以7月各旬更为明显(详见表2)。

(二) 水稻不同生育期间气象条件和水稻产量的相互关系。

我们借助生物统计的方法,试求出本州三种气候类型区域代表县份及青森五号和元子二号两代表品种的水稻产量与本田生育期间逐月、旬气象要素的相关如表3、4:

表 3、 延吉水稻产量与各月旬气象要素的相关系数

月、旬	全县(市)平均n=18			元子二号(晚熟种) n=13			青森五号(中熟种) n=13		
	平均气温	平均最低气温	日照时数	平均气温	平均最低气温	日照时数	平均气温	平均最低气温	日照时数
6 月	*** 0.6260 ***	*** 0.7457 ***	0.2292	*** 0.7268 ***	0.5208 ***	0.5386	* 0.5652 *	0.4269 **	0.2838
7 月	0.8061	0.8244	0.4266	0.8079	0.7984	0.1911	0.5708	0.6343	0.2994
8 月	0.3922	0.0933	0.3116	0.2683	0.1677	0.3461	0.1693	0.0719	0.2140
9 月	0.0684	0.0227	-0.1911	0.5474	0.0168	0.1642	0.0683	0.1703	0.3437
6 月上旬	0.2215 ***	0.2410 ***	0.2249	0.4293	0.4293	0.2497	0.3095	0.2988	0.1465
中旬	0.6302	0.6308	0.3010	0.4438	0.1968	0.4884	0.4004	0.2857	0.2477
下旬	0.2131	0.3956	0.1513	** 0.6754	* 0.5128	* 0.6421	0.4821	0.3469	0.3228
7 月上旬	* 0.4559 ***	* 0.4946 ***	0.7129	0.5508 ***	0.5207 ***	0.4372	0.4553	0.4216	0.2684
中旬	0.7076 ***	0.7238 ***	0.1864	0.7383 *	0.7790 ***	0.2928	0.4744	0.5021	0.0690
下旬	0.7125	0.7845	0.5490	0.6578	0.7384	0.5057	0.5188	0.5470	0.3320
8 月上旬	0.0961 *	0.1408	0.1406	0.3105	0.2516	0.1509	0.2313	0.0096	0.6224
中旬	0.4602 *	0.1248	0.3464	0.4261	0.2415	0.4347	0.3360	0.1926	0.2222
下旬	0.4809	0.0699	0.2817	0.0853	0.1198	0.2993	0.0014	0.2240	0.1912
9 月上旬	-0.0171	-0.0011	-0.2481	0.5591	0.1395	0.8086	0.2152	0.0522	0.0112
中旬	0.1092	-0.0251	0.1638	0.1901	0.0337	0.7544	0.0191	-0.1570	0.8181
下旬	-0.0082	-0.0156	-0.2856	0.0945	0.0939	0.2641	0.1262	-0.1413	0.1784

* $P < 0.05$ ** $P < 0.02$ *** $P < 0.01$

表 4、 珲春、敦化县水稻产量与各月气象要素的相关系数

地 点	要 素	6 月	7 月	8 月	9 月	注(统计期间)
珲 春	日照时数	0.47	0.67	0.45	0.03	1957—1962年 n=6
	平均气温	0.64	0.35	-0.02	0.01	
敦 化	平均气温	0.54	** 0.72	0.28	0.41	1953—1961年 n=9