

农业气象

论文集

1

辽宁省气象局

前 言

在科学大会精神的鼓舞下，为推动农业气象科研工作的大上快上，使科研工作走在生产服务和业务建设的前面，提高气象为农业服务的质量，我们组织了以省、市两级气象科研所为骨干的农业气象专业队伍，配合部分气象台站的农业气象人员，从我省的农业生产实际出发，对主要作物的低温冷害（包括冻害），从农业气象试验、农业气候分析、战略防御等几个方面进行研究；同时，在土壤水分、太阳辐射、蔬菜气象和农业气象预报等方面也进行了初步尝试。去年，我们又有意识的引导把作物低温冷害研究和农业气候区划研究有机的结合起来进行，既有力的促进了农业气候区划工作的进展，又提高了作物低温冷害研究的针对性。这些研究，都不同程度的、从不同角度回答了农业生产中存在的农业气象（候）问题，在生产服务中已发挥它的作用。

这个文集是我们从所收到的一百零叁篇试验报告和学术论文中整理出一部分汇集而成的。目的是总结工作，交流经验。本论文集中，有些文章虽然已经经过实践的初步检验，但仍难免还存在缺点；其中也有一些文章，有不同意见。读者可遵照“百花齐放、百家争鸣”的方针，对论文集集中的结论、方法、观点进行分析和参考。由于我们的技术水平有限，加之时间仓促，谬误之处在所难免，恳请读者提出批评意见。

科 教 处

一九八〇年二月

目 录

辽宁省玉米低温冷害的农业气候区划·····	李昶泰、赵相忱	1
辽宁棉花的农业气候条件分析及冷害分区·····	赵月珍	15
辽宁光能资源及其生产潜力·····	杨永岐、李凤翼	26
丹东市玉米的农业气候区划·····	刘瑞符、任鸣贤	45
北票县农业气候区划·····	吴昌家、郭振江	60
辽西北地区农业气候资源及其利用·····	杨和俊、那守谦、陈凤贤	80
辽宁热量资源和高粱生长发育及产量的关系·····	唐斐然、李尊廉、刘伯娥	90
冬麦冻害与气象条件的关系·····	金广涛	99
冬小麦越冬保苗与气象条件关系1978—1979年度试验总结·····	宋永康、刘英俊	106
冬麦春播试验简介·····	陈正雨、贡丽芬	111
杂交稻的空壳率与气象条件的研究·····	毕伯钧	112
光温的耦合形式与水稻哑灾的形成·····	赵峻然	119
水稻穗花形成期的气象条件及其对产量结构的影响·····	吴文钧	125
水稻无土育苗的农业气象条件鉴定及其控制方法·····	于国琰、张成林	133
杂交水稻栽培与气象条件的关系·····	李德金、薛 成	139
试谈温度对高粱穗粒数和千粒重的影响·····	李锡奎	143
玉米产量与气象条件关系的初步分析·····	王维桐 王百峰	148
棉花低温冷害试验总结·····	孙宝刚	155
花生开花结荚与温度关系试验总结·····	宋永康 王德平	160
辽宁西北地区油用向日葵农业气象条件的初步研究·····	刘庆敏 李凤翼 杨永岐	170
青椒与豇豆间作农田小气候研究·····	张 萍 刘恒吉	179
大棚黄瓜地面覆盖栽培的效果分析·····	万同兴 张衍常	182
农田水分蒸散规律试验初报·····	孙玉凤	187
辽宁省水稻产量农业气象预报方法的研究·····	金 牲、吉书琴、高桂琴	190
沈阳地区水稻齐穗期预报方法的探讨·····	刘恒吉 张 萍	198
桃小食心虫越冬幼虫出土的气象条件及其预报方法·····	刘国惠	203
封面设计·····	周鹏飞	

辽宁省玉米低温冷害的农业气候区划*

辽宁省农业气象玉米低温冷害课题组

执笔 李昶泰 赵相忱

提 要

本文通过对玉米生长发育及产量与气候因子的相互关系的分析,找出了我省几个主要熟型玉米品种的热量指标。同时,结合玉米生长发育的特点和玉米生产实际情况,对我省各地的热量资源进行了光温、干旱及农耗三步订正。提出了玉米生育可利用积温的分布规律。在此基础上,从抗御低温冷害和充分挖掘气候资源角度,以热量为一级指标,将我省划分为三个玉米熟型主区;又以水分分为二级指标,将上述三个熟型主区划分为六个付区。并且,分别评述了各区玉米生产的气候资源及玉米品种的适应性。同时指出,近年来玉米低温冷害之所以发生,除有气候本身变化的原因外,与品种越界种植有直接关系。同时还指出,我省尚有不少地区,由于种植品种不合理,而浪费了大量热量资源,今后在扩大较晚熟品种种植面积上,还大有潜力。

低温冷害是我省农业生产中影响范围广、危害重的一种气象灾害。近三十年来,因低温冷害使粮食作物减产的就有七年,基本上每隔三、五年就发生一次。特别是自一九六九年之后,其发生还有加频、加重的趋势。这其中,固然有气候本身变化的原因,但与不适当地引种一些生育期较长的作物品种有密切关系。所以,低温冷害的发生在某种程度上说,是由于人们对气候规律认识不足造成的。研究低温冷害的防御问题,实质上也是研究热量资源合理利用的问题。作物品种的合理布局,也就是说依据气候资源,特别是热量资源的分布规律,合理确定玉米品种布局,是战胜低温冷害的一项战略措施。

通过玉米不同熟型品种的产量及所需积温的对比分析表明,在热量较丰富地区(旅大),晚熟品种比中晚熟品种平均增产10%左右,但高产所需积温也相应增加100℃左右(见图1)。即生育期越长的品种,所需积温越多,其增产性能越好。可见,在热量资源允许的范围内,尽量种植较晚熟品种,是争取玉米高产的重要途径。但是,如果种植的品种熟型超出了当地热量条件,则易遭致低温冷害。所以,只有做到品种合理布局,才能达到既高产又稳产的目的。

为了给我省抗御玉米低温冷害及玉米区划提供气候依据,本文从抗御低温冷害角度,提出我省玉米品种气候区划。这个区划仅是从抗御低温冷害角度提出的,所以,只是着重考虑了能否安全成熟的栽培界限,即种植的可能性。而没有更多地考虑它的生产效率,即丰产性。这方面的内容,有待在完整的玉米气候区划中加以解决。

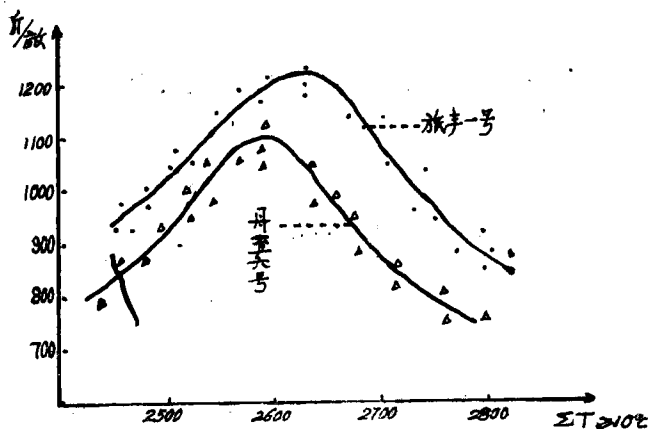


图1 积温与单产的关系(分期播种资料)

一、玉米生长发育对热量条件的要求

(一) 玉米产量与气象因子的关系

玉米产量主要是受热量、水分、光照三个气象因子的影响。尽管作用是综合的，但是，在诸因子中必定有一种是起主导作用的。因而，通过分析玉米产量与气象因子间相关关系，比较其相关系数的大小，找出影响玉米产量的主导气象因子(见表1)。

表1 玉米产量与气象要素的相关系数

地 点	项 目	热 量			水 分				光 照		
		有效生育 期间积温	6 月 份 平均气温	中/8— 中/9最高 平均气温	5—9月 降 水 量	中/4— 上/5 降 水 量	中/7— 上/8 降 水 量	中/8— 中/9 降 水 量	5—9月 日照时数	6 月 份 日照时数	8—9月 日照时数
朝 阳		-0.2020	0.2579	-0.2945	0.4861*	0.1241	0.5095*	0.2531	-0.0527	-0.0746	0.1653
锦 县		0.1298	0.1976	0.0304	0.0710	-0.0195	0.2747	-0.3862	0.0093	0.0172	-0.2375
开 原		0.1330	0.3148	-0.1680	0.0647	0.1098	0.2891	-0.2838	0.0519	0.1528	-0.2633
辽 中		-0.1926	0.0443	-0.0404	-0.2313	0.1711	0.0739	-0.4089	-0.0654	0.0630	-0.1576
复 县		0.1399	-0.0688	0.0658	0.2501	0.0348	0.0935	0.1700	-0.1605	-0.0509	-0.1303
清 原		0.5813*	0.3738	0.5773*	-0.2156	-0.3861	0.0902	-0.1829	0.2535	0.2718	0.2035
本 溪		0.5903**	0.4539*	0.6933**	0.0990	-0.5766*	0.2995	-0.2030	0.1212	0.1300	0.4979*
新 宾		0.7217**	0.3591	0.4894*	0.0761	-0.4604*	0.3799	-0.1946	0.2647	0.3360	0.1851
凤 城		0.1528	0.2396	0.2062	-0.4501*	-0.3801	-0.3905	-0.3382	0.1431	0.6237**	0.0303
宽 甸		0.2978	0.3789	0.3510	-0.5744*	-0.4718*	-0.4486*	-0.4841*	0.1712	0.4725*	0.2400

* 有效生育期间积温：春季自日平均气温稳定通过10℃初日至秋季稳定通过10℃终日或初霜日(日最低气温≤0℃)期间的≥10℃的日平均气温的总和。

表中可以看出，影响玉米产量的气象因子，有一定的地域性，即不同地区影响玉米产量的主导因子是不相同的。

产量与热量条件的相关系数达显著水平或较大的，基本上是我省东北部冷凉山区。由于这一地区的热量状况有的年份尚不能满足玉米生育的需要，使得玉米产量随热量条件的好坏而变化。至于这一地区的产量与播种出苗期(4月中旬到5月上旬)降水量之间呈负相关，说明该时段如降水过多，则往往出现低温，影响玉米壮苗，进而影响产量。这一地区产量与光照的相关系数均不大，说明产量与光照的关系不大。

产量与水分条件的相关系数达到显著水平的，只有朝阳地区。说明该区影响玉米产量的主导因子是水分条件。而产量与积温和光照之间呈负相关，说明凡积温或日照偏高的年份，往往是伴随干旱而出现的，其减产的实质原因仍在于水分条件的不足。

产量与光照条件的相关系数，达到显著水平的只有我省东南部的丹东地区的大部。通过资料分析看出，对我省东南部水分充沛地区来说，不仅产量与光照条件的关系密切，而且，产量与降水量之间有明显的负相关关系。这一现象说明我省东南部的丹东地区，玉米产量的升降，往往是日照、降水综合作用的结果。日照不足，则往往又是与低温、多雨相联系的。所以日照不足又可以看成是低温、多雨的结果。

上述分析，就是我们在作玉米品种气候区划的基本出发点。

(二) 玉米发育速度与热量条件的关系

通过对我省北部、中部、南部25个玉米分期播种资料的全生育期生育日数(n)与期间平均温度(T)相关分析看出，二者几乎呈直线相关关系(图2)。

其表达式为

$$n = 278 - 6.9T$$

$$(r = -0.8099 \quad \alpha = 0.001 \quad \text{误差 } d = 3.4)$$

从这里可以看到，温度每增加1℃，其全生育期日数缩短7天左右。这说明在我省基本无高温危害的情况下，随生育期温度的增高，其发育速度加快(n值减少)。在水分充足的情况下，影响玉米安全成熟的主导因子是热量条件。

(三) 玉米品种熟型的划分

玉米品种熟型标准有很大的地域性，同一品种在热量较丰富区为早、中熟品种，而在热量贫乏区则可能成为中、晚熟品种。为了便于在全省范围内比较，我们据全国玉米良种区域试验中确定的熟型标准，结合我省具体情况，确定我省玉米主要熟型标准，

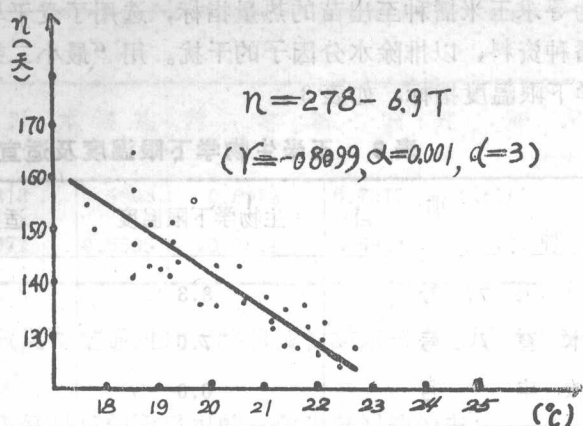


图2 全生育期日数与该期温度的关系

如表2。

表2 玉米的不同熟型标准 ($\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温)

熟 型	积 温 标 准	
	出苗——成熟	播种——成熟
早	2000—2200 $^{\circ}\text{C}$	2200—2400 $^{\circ}\text{C}$
中	2201—2600 $^{\circ}\text{C}$	2401—2800 $^{\circ}\text{C}$
中 晚	2601—2750 $^{\circ}\text{C}$	2801—2950 $^{\circ}\text{C}$
晚	2751 $^{\circ}\text{C}$ 以上	2951 $^{\circ}\text{C}$ 以上

(四) 玉米开始生长和停止生长的界限温度

1. 玉米生育期开始的生物学下限温度

为寻求玉米播种至出苗的热量指标,选用了受干旱影响较小的辽北、辽东、辽南的分期播种资料,以排除水分因子的干扰。用“最小二乘法原理”求算出不同品种玉米的生物学下限温度指标,如表3。

表3 玉米生物学下限温度及适宜播种指标($^{\circ}\text{C}$)

品 种 \ 项 目	生物学下限温度	适宜播种温度	说 明
丹 玉 六 号	8.3	10	1. 温度指气温。 2. 丹玉六号用辽北资料,本育八号用辽东资料,旅丰一号用辽南资料。
本 育 八 号	7.0	8	
旅 丰 一 号	6.0	11	

在水分供应基本满足的情况下,只要达到这个下限指标,种子就能发芽。但出土时间较长,一般需20—30天,不利壮苗,甚至粉种。

分析不同熟型品种分期播种资料的出苗日数(n)与其间气温(T)的关系表明,二者基本上呈直线关系。如丹玉六号品种,二者的关系式为:

$$n = 55 - 3T$$

或 $T = (55 - n) / 3$

又据全省多点分期播种资料分析与群众经验,以播种至出苗间隔15天左右表现苗壮高产。故

$$n = 15 \quad \text{则}$$

上式 $T = 13.3(^{\circ}\text{C})$

即播种至出苗期间以平均温度 13°C 左右最为适宜, 以此对照当地气象资料分析得出: 此最适宜温度出现正好在日平均气温稳定通过 10°C 的日期前后。即日平均气温稳定通过 10°C 的日期, 可以看成是玉米生育期的开始。用同样的方法, 求出本育八号 (辽东

资料) 为 9℃左右; 旅丰一号(辽南资料) 为 11℃左右。本文中, 为统计分析方便, 均以日平均气温稳定通过 10℃作为玉米生育期积温的开始下限温度指标。

2. 玉米生育期结束的生物学下限温度

我们在作玉米产量与不同积温的相关分析中, 发现玉米产量与有效生育期间积温的关系最为密切, 而玉米产量与春季稳定通过 10℃至秋季稳定通过 16℃终日(停止灌浆)期间积温的关系就差一些。如表 4。

表 4 玉米产量与不同积温的相关系数的比较

积温	地 点	朝 阳	锦 县	开 原	辽 中	海 城	复 县	宽 甸
有效生育期间积温		-0.2020	0.1298	0.1330	-0.1926	0.0221	0.1399	0.2978
≥10℃—≥16℃		0.1397	0.0793	0.0367	-0.2970	-0.0839	-0.1070	0.2908

积温	地 点	桓 仁	清 源	本 溪 县	西 丰	新 宾	建 平	庄 河
有效生育期间积温		0.4285	0.5813	0.5903	0.6072	0.7217	0.5707	0.2140
≥10℃—≥16℃		0.3330	0.4971	0.5595	0.3511	0.5924	0.3777	0.1760

从表中可以看出, 用日平均气温稳定通过 10℃终日或初霜日当成玉米生育期的结束是合适的。

玉米生育期的开始与结束, 正好是我们所采用的有效生育期的始末。

二、热、水资源的鉴定

(一) 我省有效生育期间积温的分布

在进行热量资源鉴定和确定品种布局时, 我们采用 80—90% 保证率的有效生育期间积温值为依据。全省各地 90% 保证率的有效生育期间积温的分布, 见图 3。

在玉米生产实践中, 有些地区的热量资源并不能得到充分利用。如品种对光温的不同反应、严重的干旱、播种期的拖延(农耗)等, 均可影响热量资源的利用。因此, 在进行热量资源鉴定时, 对各地热量资源必须进行订正。

(二) 热量资源的光温订正

资料分析表明: 对同一玉米品种(如丹玉六号), 在同一年份, 不同地区, 其全生育期所需积温值并不完全相同。这种生育期所需积温(ΣT)的多寡与当地热量条件(全生育期平均气温 T)有密切关系。热量条件好的地方, 其玉米所需的积温也相对偏高, 反之, 则相对偏低。二者关系极显著, 相关系数 $\gamma = 0.7349$ 。此外, 所需积温(ΣT)还与

生长季平均昼长 (D) 有关, 二者相关系数 $\gamma = -0.6065$ (显著水平)。 ΣT 与 T 、 D 的复相关系数为 0.7251, 信度 α 达 0.05 (显著水平)。其关系表达式为:

$$\Sigma T = 2646 + 108(T_i - \bar{T}) - 125(D_i - \bar{D})$$

式中: ΣT —某地玉米全生育期所需积温指标。

T_i —某地玉米全生育期 (5 月中旬到 9 月中旬) 的平均气温。

$\bar{T}$ —我省玉米生长季 (5 月中旬到 9 月中旬) 的平均气温。

D_i —某地玉米全生育期 (5—9 月) 平均昼长 (小时)。

$\bar{D}$ —全省玉米生长季 (5—9 月) 平均昼长 (小时)。

将 $\bar{T}$ 、 $\bar{D}$ 值代入上式, 得出光温订正值:

$$\Delta \Sigma T = -542.6 + 108.3T_i - 125.3D_i$$

经回归方程式显著性测定, $F = 10.3014^{**}$, 达极显著水平。

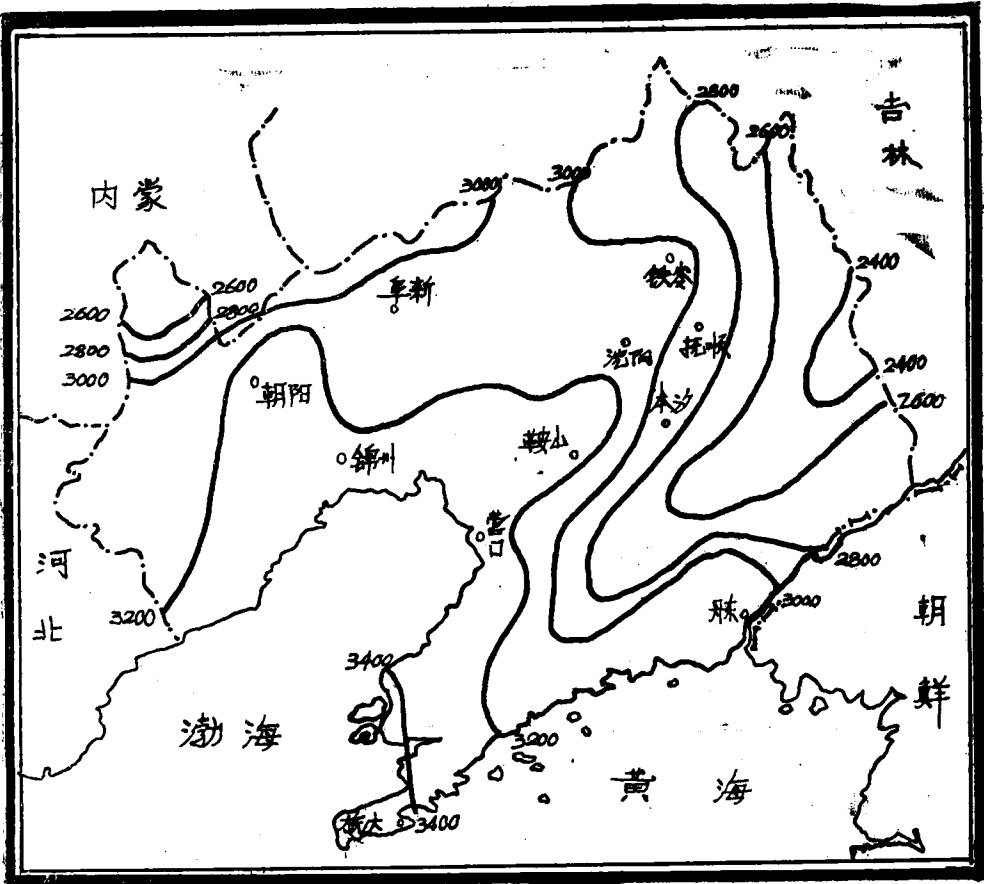


图 3 全省 90% 保证率的有效生育期间积温分布图

对回归方程进行误差检验,发现仅在生育期平均昼长 <14 小时以南的旅大地区(40°N 以南)误差较大,达 $\pm 4.2\%$,而其他地区仅 $\pm 1.9\%$ 。对 40°N 以南地区,求出其玉米全生育期积温,地区间差异不大,均比全省平均值约少 40°C 。

据上述关系,计算出我省各地玉米品种光温订正值,如表5所列。

林瑟定律认为:作物达到一定发育期所需积温与当地总积温或生长季总积温成比例,这个比值(比其所需积温)更接近于常数。我们认为这可能是由于某品种玉米在当地长期种植形成的适应性。光周期学说认为:玉米是对光周期反应不甚敏感的短日照作物,即随白昼缩短而使发育速度加快,亦即需总积温值减少。但这种现象又是不连续的,只有在昼长不足14小时的情况下,才使发育速度明显加快。超过14小时,随昼长增加,使积温值略微减少。

(三) 热量资源的干旱订正

1. 资料的选择

对玉米是否造成干旱危害,不能仅看整个生长季的总雨量的多少,而要看需水关键期水分的保证情况。因此,我们选用了热量、光照条件易于满足,而干旱发生机率较大的朝阳、阜新、绥中的降水资料,以便最大限度地排除热量、光照条件对干旱的影响。用玉米历年单位面积产量与播种出苗期(4月下旬到5月中旬)、穗花期(7月中旬到8月上旬)、灌浆成熟期(8月中旬到9月中旬)的降水量相关分析的方法。其中,剔除了明显的冷害等其他灾害年份的资料,以便更好地显示出水分对玉米产量的影响关系。共选择了32个样本资料。

2. 各需水关键期降水量与玉米产量的关系

分析结果表明,降水量与产量之间的关系较显著,呈直线相关关系。

$$\begin{aligned} \text{春季: } \hat{y}_{\text{春}\%} &= -59.3 + 1.8959 R_{\text{春}} \\ (\gamma &= 0.9003, \alpha = 0.001) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{伏季: } \hat{y}_{\text{伏}\%} &= -27.3 + 0.1794 R_{\text{伏}} \\ (\gamma &= 0.8410, \alpha = 0.001) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{秋季: } \hat{y}_{\text{秋}\%} &= -33.6 + 0.2895 R_{\text{秋}} \\ (\gamma &= 0.4004, \alpha = 0.05) \end{aligned}$$

3. 干旱指标的求算

把致使当年减产10—19.9%的降水定为轻旱指标;致使当年减产20%以上的降水定为重干旱指标。

$$\text{据上式: } \hat{y}_{\text{春}\%} = -59.3 + 1.8959 R_{\text{春}}$$

$$\text{分别令 } \hat{y}_{\text{春}\%} = -10 \text{ 和 } \hat{y}_{\text{春}\%} = -20$$

$$\text{则 } R_{\text{春}} = 26 \text{ 及 } R_{\text{春}} = 20$$

即在4月下旬到5月中旬降水量20—26毫米为轻春旱,降水量小于20毫米为重春旱。

同理得伏旱指标:7月中旬到8月上旬降水量39—95毫米为轻伏旱,降水量小于39毫米为重伏旱。秋旱指标:8月中旬到9月中旬降水量47—82毫米为轻秋旱,降水量

小于47毫米为重秋旱。

如果当年出现春、伏、秋旱中的其中一种或以上，即定为干旱年。

据此，我省干旱严重的地区为辽西，其次是辽南，而辽东最轻。从时段看，春旱最重，其次秋旱，而伏旱较轻。

4. 对热量资源的订正

据有关研究表明，土壤湿度只要没有降到凋萎湿度（5—7%），就不会致使玉米发育停止。然而，这种干旱在夏、秋季是极少出现的。我们不把它视为热量资源利用的限制因子。

干旱对热量资源利用的限制，主要是因春旱推迟播种期或出苗期，而使热量白白消耗。如我省西部地区，由于年降水量较少，春季底墒较差，在一般情况下，必须在春播前后有一场透雨（≥5毫米），才能保证玉米正常播种和出苗。这样一来，在春季第一场透雨出现较晚的年份，就使玉米播种期和出苗期推迟。

鉴于这种情况，对这些干旱地区进行热量鉴定时，必须进行春旱热耗订正。为此，我们统计了我省各地历年平均气温稳定通过10℃初日到第一场透雨的间隔日数，并称为春旱热耗日数。并将春旱热耗日数>3天的年份定为春旱热耗年。凡热耗年出现机率达50%以上的地区，必须进行春旱热耗订正。其订正值 $K_{春}$ = 稳定通过10℃以后初始旬平均气温 $T \times$ 热耗日数 n 。我省各地春旱热耗订正值，见表5。

（四）热量资源的农耗订正

在农业生产实际中，春播期要持续一段时间，在目前生产水平条件下，一般达10—15天，无形之中，使一部分热量资源空耗。对这一部分农耗期（稳定通过10℃初日到播种结束日）不可避免的热量损失，在进行品种区划中必须加以考虑。把当前和长远机械化水平结合起来，农耗期按5天计算，折农耗积温60℃。见表5。

表5 全省各地热量资源的订正值

订正值			光温订正	春旱订正	农耗订正	订正值合计
地	点					
朝	新	阳	84	-270	-60	-414
阜		县	-8	-249	-60	-301
绥		中	63	-213	-60	-336
开		原	-45	—	-60	-15
西	清	丰	-143	—	-60	83
辽		中	52	—	-60	-112
新		源	-203	—	-60	143
本		宾	-222	—	-60	162
凤	溪	县	-152	—	-60	92
宽		城	-48	—	-60	-12
复		甸	-167	—	-60	107
庄		县	-40	—	-60	-20
		河	-40	—	-60	-20

(五) 我省可利用积温的分布

为品种区划方便,把经过光温订正、干旱订正和农耗订正的有效生育期间积温称为可利用积温(ΣT_u)。但这里的品种光温订正是作为地区热量资源鉴定,与品种指标的光温订正意义不同。二者其订正值相同而符号恰好相反。全省各地90%保证率可利用积温(ΣT_u)的分布状况,见图4。

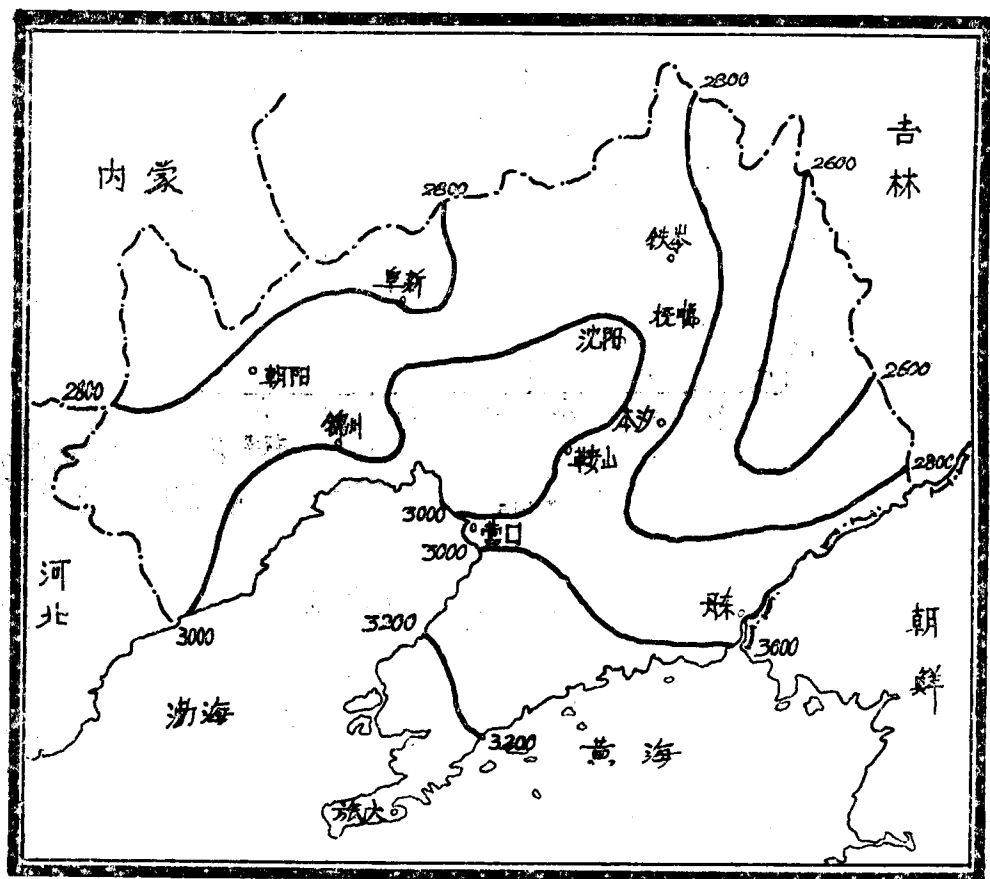


图4 全省90%保证率的可利用积温分布图

(六) 生长季降水量对玉米产量的影响

相关分析表明,玉米产量与生长季降水量的相关系数(γ)同各地重干旱年发生机率(旱%)二者之间有着较好的线性关系(如图5)。这就说明重干旱年发生机率的大小,可以较好地表示出该地生长季水分供应状况对玉米产量影响程度的大小。重干旱年发生机率大的地区,其玉米产量与生长季降水量之间的相关系数也大,说明玉米产量对生长季降水量的依赖程度是大的。反之,重干旱年发生机率小的地区,其玉米产量与生长季降水量之间的相关系数也小或为负值,说明玉米产量对生长季降水量的依赖程度不大或

是有相反的作用。而玉米产量与生长季降水量之间的正、负相关的界限值，即相关系数为零，所对应的重干旱年发生机率为35%，这就表示了水分供应条件是构成对玉米产量限制的气候条件的界限值。

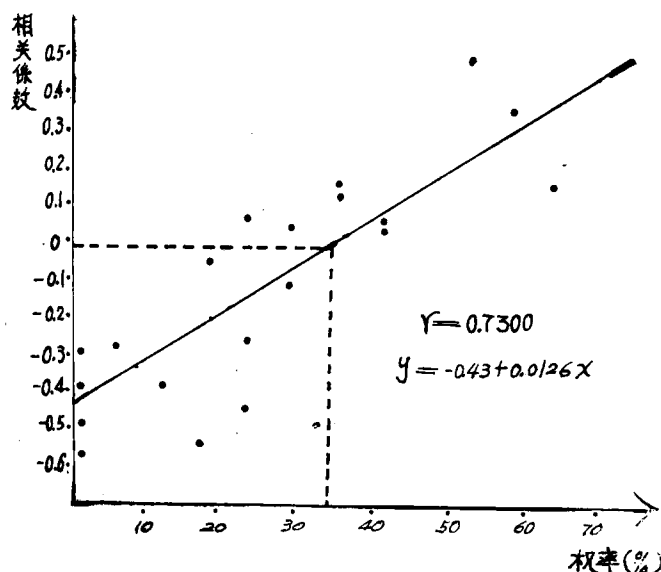


图 5

三、玉米品种的气候区划

(一) 区划的原则

1. 遵循农业气候相似原理，把玉米气候条件相同和相异的地区分开。
2. 鉴于本区划是从抗御低温冷害角度提出的，故把热量作为一级指标，把水分作为二级指标。
3. 在选择区划指标时，要明确指标的生物学意义。所以，热量指标用可利用积温，水分指标用干旱年发生机率。

(二) 区划指标

1. 热量指标：考虑玉米不同品种熟型标准，是有一定范围的，而同一熟型品种间积温指标也有一定差异。为了使区划的适应性更强，故区划指标采用了品种熟型热量标准的界限值：2800℃、2950℃作为中、中晚、晚熟品种区划指标。
2. 水分指标：水分指标选用了限制性的指标——重干旱年发生机率35%为少旱和易旱的分界限。

(三) 区划及分区评述

用上述2800℃、2950℃的划区指标，对照我省90%保证率的可利用积温分布图，将我省划分为三个品种熟型主区。即中熟区、中晚熟区和晚熟区（见图6）

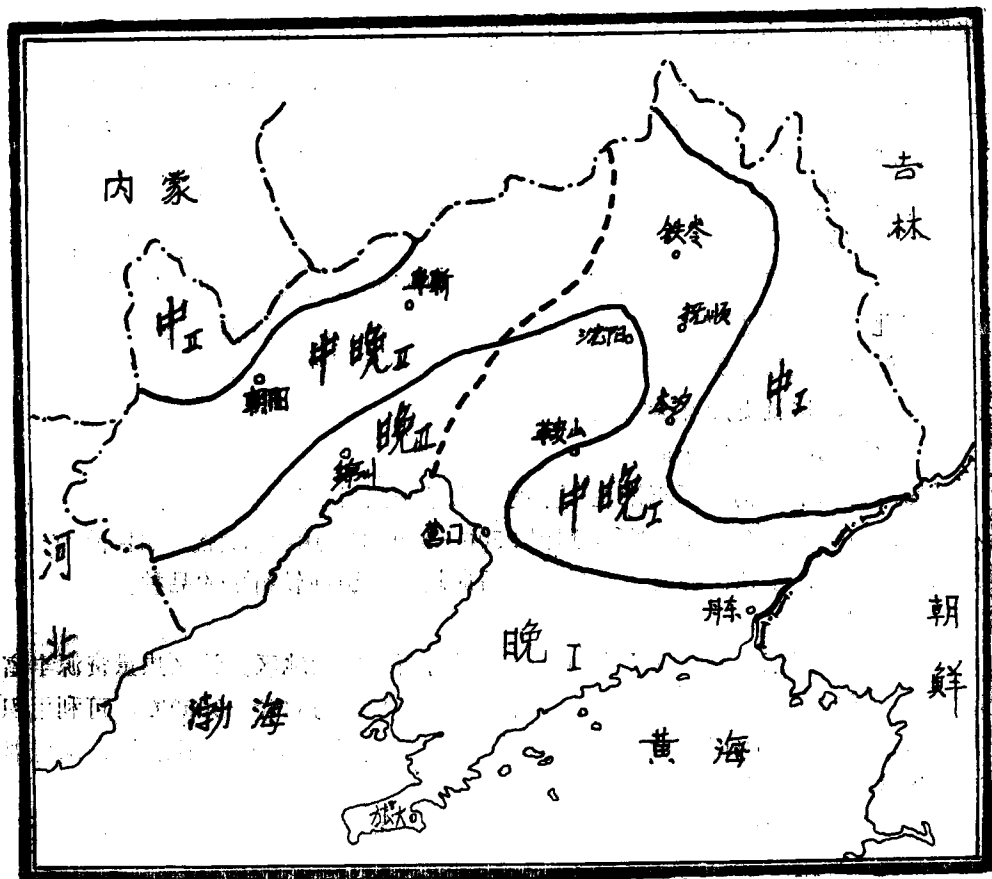


图6 辽宁省玉米品种区划图

用水分划区指标，重干旱年发生机率35%值 将上面三个区，又划分为六个付区。即少旱中熟区、易旱中熟区、少旱中晚熟区、易旱中晚熟区、少旱晚熟区、易旱晚熟区。（见图6）

1. 热量不足中熟区

本区主要包括辽东山区及辽西北部山区。由于地势较高（一般海拔500米以上），加之纬度偏北，所以温度较低，无霜期较短，热量资源贫乏。无霜期仅120—140天。9月下旬就出现初霜。有效生育期间积温平均为2400—2700℃，可利用积温（90%保证率）相对较高，为2600—2800℃。该区为严重冷害区，故只适于种植中熟品种玉米。

据水分条件，本区又分为少旱及易旱两个付区：

（1）辽东少旱中熟区（中I）

该区包括西丰、新宾、桓仁、本溪县及宽甸县北部、昌图县北部。

该区雨量充沛，年雨量达800—1100毫米，生长季（5—9月）降水量达650—900

毫米。基本上无春旱。相反，常有春涝发生。伏、秋旱也较少，其发生机率仅为5—10%。

光照资源较差，生长季（5—9月）日照时数仅1000—1050小时。

本区玉米生产的主要矛盾是热量不足，所以，只适于种植生育期（播种至成熟）在115—135天，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温在2600—2800 $^{\circ}\text{C}$ 的中熟品种。如目前种植的吉单101、本育八号、334—11 $\times$ 旅28等品种。该区由于春夏季降水较多，夏季空气湿度大，因而大、小斑病易发生。所以该区应培育、引种抗涝、抗病性较强的品种。

（2）辽西易旱中熟区（中Ⅱ）

该区主要指建平县大部分（除南部）及阜新县西北部地区。由于地处蒙古高原的边缘，加之东北——西南走向的山地地势影响，形成冷凉气候。该区生长季（5—9月）雨量较少，仅300—450毫米。春、伏、秋旱的机率分别达53%、18%、65%，重干旱年发生机率达50%，这就更加限制了热量资源的利用。本区光照较充足，生长季（5—9月）日照时数达1300—1350小时。

本区的冷害和干旱构成了玉米生产上的两大不利因素。只适于种植生育期（播种至成熟）在115—135天，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温2500—2800 $^{\circ}\text{C}$ 的中熟品种。如目前种植的英门、铁风等品种。由于该区易发生干旱，今后应培育、引种较耐旱的品种。

2. 热量丰富晚熟区

该区主要包括辽东半岛、辽浑太河下游及渤海西岸广大地区。该区热量资源丰富，无霜期较长，平均在160—200天。有效生育期间积温平均为3450—3600 $^{\circ}\text{C}$ 。可利用积温也较高，其90%保证率的可利用积温为2950—3300 $^{\circ}\text{C}$ 。本区基本上不存在玉米低温冷害。适宜种植晚熟的玉米品种。

据雨量及干旱分布情况，本区又可分为辽南辽中少旱晚熟区及辽西易旱晚熟区。

（1）辽南辽中少旱晚熟区（晚Ⅰ）

本区根据热量状况的不同，以90%保证率可利用积温3100 $^{\circ}\text{C}$ 为线，又可分为三个部分，现分别评述如下：

i) 辽东南部分：该区包括丹东地区南部及庄河县北部。90%保证率的可利用积温为2950—3100 $^{\circ}\text{C}$ ，无霜期在160—180天。雨量充沛，年降水量在800—1000毫米，生长季（5—9月）降水量为650—800毫米，重干旱年出现机率仅10—20%，基本无春旱。光照条件好于辽东地区，而次于其他地区，生长季（5—9月）日照时数为1100小时左右。

该区目前种植的玉米品种，主要是丹玉六号，属中晚熟品种。为了充分利用热量资源，今后应培育、引种生育期（播种至成熟）在155—160天左右，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温3000—3100 $^{\circ}\text{C}$ 左右的晚熟品种。但因该区夏季多雨、多风、空气湿度大，应培育、引种抗病、抗风性较强的品种。

ii) 辽南部分：该区主要包括除庄河县北部以外的旅大地区全部及营口地区的盖县。

该区是我省热量资源最丰富的地区，90%保证率可利用积温达3100—3300 $^{\circ}\text{C}$ 。无霜

期为180—210天。不存在玉米低温冷害问题。本区水分条件中等，生长季（5—9月）降水量为550—650毫米，干旱轻于辽西地区，而重于其他地区，重干旱年出现机率为20—30%，并且，主要是春季干旱。本区日照较充足，生长季（5—9月）日照时数达1220—1280小时。

该区种植晚熟品种的条件充分，适合种植生育期（播种至成熟）160天以上，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温在 3100°C 以上的晚熟品种。目前种植的玉米品种是中晚熟品种丹玉六号和晚熟品种旅丰一号。使热量资源有很大的浪费，种丹玉六号浪费积温200— 300°C ；种旅丰一号也浪费100— 200°C 积温。这就是说，即使种植旅丰一号，也还没有充分利用热量资源潜力。该区今后应培育和引种比旅丰一号生育期更长的品种。即生育期（播种至成熟）在160天以上，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温在 3100 — 3300°C 的晚熟品种。

iii) 辽中部分：该区主要指辽浑太河下游的盘山、台安、大洼，沈阳南部、辽中、辽阳、海城、营口等地。

该区热量资源仅次于辽南和辽西沿海地区。90%保证率可利用积温达 3000 — 3100°C 。无霜期为160—180天。水分条件适中，生长季（5—9月）降水量为550—700毫米。很少出现干旱，重干旱年出现较少，其发生机率仅10%左右，且以春旱为主。

该区水热配置对玉米生长发育较为有利，适于种植生育期（播种至成熟）为155—160天左右，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 3000 — 3100°C 的晚熟品种。但目前只种植丹玉六号和沈单三号品种，分别浪费积温 200°C 和 100°C 左右。当前应尽量扩大沈单三号品种的种植面积，并应尽快地培育、引种耐涝、耐盐碱，比沈单三号品种生育期稍长的晚熟品种。

（2）辽西易旱晚熟区（晚Ⅱ）

该区主要指渤海西岸的绥中、兴城、锦西及锦县、北镇、黑山县南部等地。

该区热量资源丰富，仅次于旅大地区。有效生育期间积温平均值达 3500°C 左右，90%保证率有效生育期间积温达 3300°C 左右。但由于该区极易发生干旱，所以，大大地限制了热量资源的利用，使可利用积温（90%保证率）只有 2950 — 3200°C 。即使如此，玉米也不存在低温冷害问题。

该区对玉米生产最不利的因素是易发生干旱。但比辽西其他地区为轻。较严重的春、伏、秋季干旱发生机率分别为35%、6%、6—12%。重干旱年发生机率达35—45%。

该区目前种植的多为中晚熟的丹玉六号和锦单四号品种，浪费积温100— 200°C 左右。今后应种植生育期（播种至成熟）为160天左右，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温 2950 — 3200°C 的晚熟品种。但必须是较耐旱、耐瘠薄的品种。

3. 热量中等中晚熟区

本区主要包括除建平县北部外的朝阳地区、除阜新县西北部外的阜新地区、除昌图县北部和西丰县外的铁岭地区、锦州地区北部、抚顺县、沈阳市北部郊区、鞍山市和本溪市的郊区、营口县、凤城县和岫岩县的北部、宽甸县南部等地。

该区热量资源中等，无霜期一般在140—150天。有效生育期间积温地区间差异较大，平均值在 2850 — 3450°C ，90%保证率值在 2700 — 3150°C 。90%保证率的可利用积温

为2800—2950℃。本区属于玉米轻冷害区。只适宜种植中晚熟品种。

据干旱发生情况，本区又可分为少旱中晚熟区和易旱中晚熟区。

(1) 辽东少旱中晚熟区 (中晚 I)

该区主要包括除昌图县北部和西丰县外的铁岭地区、沈阳市北部郊区、新民县、抚顺县、本溪市和鞍山市郊区、营口县、凤城县和岫岩县的北部及宽甸县南部等地。

该区水热条件适中，90%保证率的有效生育期间积温为2850—3100℃，90%保证率的可利用积温为2800—2950℃。生长季（5—9月）降水量为500—900毫米，由东向西递减。干旱较少发生，重干旱年发生机率仅达20—30%，而且春旱更少。该区光照资源分布不均，生长季（5—9月）日照时数自东向西由1100小时到1300小时。

本区适宜种植生育期（播种至成熟）150天左右，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温2800—2950℃的中晚熟品种。目前的品种布局，基本上是合理的，即大部分地区以丹玉六号和丹玉九号为主，沈阳地区及鞍山、营口一带以沈单三号为主。但该区东部地区夏季雨量较多，空气湿度大，玉米大、小斑病易发生。所以，今后应培育、引种抗病性强的中晚熟品种。

(2) 辽西易旱中晚熟区 (中晚 II)

该区包括除建平县以外的朝阳地区，除阜新县西北部以外的阜新地区及锦州地区的义县及黑山县北部地区。

该区热量资源比较充足，90%保证率有效生育期间积温达3150℃左右，但由于水分资源不足，大大限制了热量资源的利用，90%保证率可利用积温仅达2800—2950℃。该区生长季（5—9月）降水量只有400—500毫米，极易发生干旱，重干旱年发生机率达50—60%，其中春旱尤为严重，仅重春旱年发生机率就达40%左右；其次为秋旱，发生机率达15%左右。本区光照资源极为丰富，生长季（5—9月）日照时数达1300小时左右，为我省光照资源最丰富的地区。

本区适宜种植生育期（播种至成熟）140—150天，需 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温2801—2950℃的中晚熟品种，如目前种植的丹玉六号、锦单四号等。由于本区易旱，土地瘠薄，故应培育、引种耐旱，耐瘠薄的中晚熟玉米品种。对抗病（大、小斑病）性相对要求不严。

※

※

※

* 注：课题主持单位：丹东市气象科学研究所

协作单位：内蒙昭盟气象局、辽宁铁岭地区气象局、抚顺市气象台、辽中县气象站。

参加部分工作及提供资料的单位：内蒙林东气象站、辽宁新民、本溪、开原、宽甸、铁岭、法库、建平等县气象站。

本文由杨永岐、孟献昆、程瑞福、万同兴、王维桐、鄂纯朴、李昶泰、赵相忱集体讨论。