

适期早播在抗御低温冷害中的作用*

赵洪凯 毛成伟

(黑龙江省农科院栽培所)

一、前言

建国以来,我省农业生产虽有较大的发展,但单产不高,总产不稳的局面始终没有扭转。三十年中先后出现八次欠收年,近十年就发生四次。频率增加,每次都使粮食产量下降 20~30%,总产减少,少则 20~30 亿斤,多则 50~60 亿斤,给国计民生带来很大困难。波动的原因主要来自低温冷害。

玉米在我省是单产较高、播种面积较大的作物。但由于受低温冷害影响,虽然是高产作物,播种面积占农作物总面积 30% 以上。总产也只相当于全省农作物总产的 1/3 强,单产及总产的增产幅度并不大。近四次减产单产下降 77~84 斤,总产下降 21.0~31.8 亿斤。占粮食作物总减产的 1/3~1/2。所以研究玉米低温冷害发生规律及其防御措施,使玉米高产稳产对尽快地实现我省大商品粮基地建设是十分重要的。

玉米在我省遭受冷害的类型为延迟型。即由于生育前期低温使生育期延迟,使后期灌浆起步晚,所处温度低,籽粒干物质充实速度慢,在正常霜期前不能成熟,籽粒含水量大,米质降低,产量大幅度下降。这种危害,问题出在前期,遭霜减产表现在后期。

目前生产中,除大气候的冷暖交替影响以外,由于播期过长,晚种、毁种面积每年都以上千万亩计,使早春积温白白浪费,造成延迟,而遭减产。为了充分利用这部分资源,进行早播的气象指标的鉴定,以及研究早播全苗的必要条件,对防御延迟型冷害有重要意义。

我们从 1977~1979 年主要利用黑玉 46 玉米,分别在双城,哈尔滨,海伦、赵光、北安、克山、德都、孙吴、青岗、泰来、密山和佳木斯等地,进行地理分期播种试验,共 72 期。播期从 5/4~4/6,间隔 5~10 天。

利用 $\Sigma(Y-BX-A)^2$ 为最小原理和 $\frac{1}{n} = \frac{t-B}{A}$

发育速度与日平均温度的关系,求算下限温度 B 值和有效积温 A 值,并对统计分析结果进行差异显著性测定,借以明确其可靠程度。

二、早播气象指标鉴定

植物的生长发育只能在它所需的最低极限温度以上的持续时间下进行。玉米由播种到出苗是玉米一生中很重要的阶段。此间温度的高低,土壤水分的多少,出苗的早晚,保苗率的高低都左右着最终所获产量。

①根据 $\Sigma(Y-a-bX)^2$ 为最小原理统计播种到出苗 72 期资料,以 n 代表所选用的分期播种资料期数。 X_i 、 Y_i 为第 i 期的 X 、 Y 值,其表达式用:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$A = \bar{Y} - BX$$

其中 \bar{X} 、 \bar{Y} 是变数 X 、 Y 的算术平均数。 X 、 Y 分别为播种到出苗的经历日数和各日平均温度总和。求得生物学零度 B 值为 6.3℃

* 贾文娟、杨英良、邹恒荣、杨玉梅、王桂彬等同志参加了本试验调查工作。

有效积温值为 88℃

②利用发育速度 $\frac{1}{n} = \frac{t-B}{A}$ 的图解法,求得 B 值为 6.9℃(见图 1)。

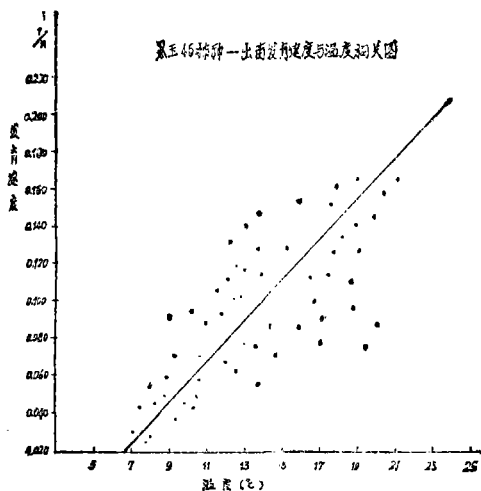


图1 黑玉46玉米播种~出苗发育速度与温度的关系

③由于发育速度与温度呈直线关系,因此可列如下函数表达式:

$$\frac{1}{n} = -0.0716 + 0.01136t$$

用省院 77~79 年 18 期资料统计发育速度与温度关系的相关系数为 $r = 0.9443^{**}$, 0.01 平准为极显著。 t 为日平均温度。

④其次我们用国产 SS-400 型人工气候箱,对 80 份玉米品种和原始材料作萌动试验处理温度分为 5℃、6℃、7℃、9℃和 10℃,各界限温度下的萌发率与以 25℃ 下的发芽率之比作为实际萌发率。大于 60% 的百分数分别为:5℃下为 0%,6℃下为 55%,7℃下为 63%,9℃下为 77%,10℃下为 80%,因种子放在培养皿两层滤纸上加充足的水进行的,经历天数 14~21 天,因在较长的低温条件下,湿度过大,霉菌影响,使发芽率有所降低。据 B. Eclark (1954) 研究土壤湿度对于低温催芽的玉米种子发芽率的影响时指出,玉米的种子发芽率土壤湿度在毛管持水量的 50~80% 范围内,发芽率降低不明显,高于 80% 时种子因水分过量而严重受害,水分对本试验有一定影响。所以可以认为玉

米的下限温度为 6~7℃,从来源不同地区的 80 份材料,初步看出玉米萌动的下限温度,品种间差异不大。

⑤地温与气温的关系。通过 0~20CM 土壤温度和空气温度的平行观测,春季 4~5 月份,表现出土壤温度变化较稳定,0~5 CM 土壤温度明显高于气温,10CM 土温与气温接近,20 CM 土温低于气温。5 CM 土壤温度此期的算术平均数高于空气温度 2.8℃,统计 1/4~31/5 期间空气温度与土壤温度的函数关系,可列如下方程式: $\Delta Y = a + bXi$ ΔY 为土壤温度与空气温度之差, Xi 为持续日数。所以得如下关系式: $\Delta Y = 0.918 + 0.0736X$ 。回归系数的标准机误:

$$Sb = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y_e)^2}{(N - 2) \sum(X - \bar{X})^2}} = 0.0245$$

$$t = \frac{b}{Sb} = 3.004^{**},$$

查 t 表 $N = 16$, $0.01 = 2.921$ 所以 $t > 0.01$,说明 4~5 月间 5CM 地温与气温之差值随时间增加而增大(见图 2)。

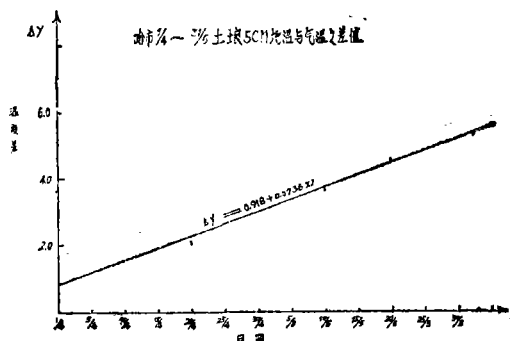


图2 哈市1/4~30/5 土壤 5CM地温与气温之关系

三、早播的依据和条件

玉米早播重要的是出苗率的高低,以及种子在土壤中经历日数的多少。经过多年试验和统计分析在哈尔滨地区种植有 80% 以上成熟保证率的品种,合理的生育进程为: 5/5 以前播种, 20/5 以前出齐苗, 20/7 前抽雄, 10/9 成熟。这样种子在土壤中经历的日数以 20 天左右为好。

①根据萌动的下限温度 $B=7^{\circ}\text{C}$, $A=88^{\circ}\text{C}$ 我省南部地区 20/4~20/5 的日平均温度 $11\sim 12^{\circ}\text{C}$ 这样种子在土壤中满足 A 值需 18~22 天。

②持续低温下种子的呼吸强度:

在冰箱中,使玉米黑玉 46、黑玉 71 和

北玉五号品种在 $5\sim 7^{\circ}\text{C}$ 下,持续 5、10、15、20、25、30、35 天后,测定种子的呼吸强度表明**,开始逐渐增高,持续 20 天后转为下降,三个品种趋势基本一致(见表 1)。

③早播与出苗率、出苗期的关系(见表 2、表 3)。

表 1

1979 年

品 种	15/6	20/6	25/6	30/6	5/7	10/7	1/9	6/9	10/9	15/9	22/9
黑 玉 46	0.228	0.301	0.441	0.672	0.372	0.036	0.0566	0.1642	0.1960	0.1301	0.0500
黑 玉 71	0.396	0.276	0.360	0.696	0.420	0.444	0.1333	0.2183	0.1960	0.1445	0.0720
北 玉 5 号	0.636	0.312	0.336	0.564	0.540	0.288	0.2222	0.3060	0.2380	0.1800	0.0960

表 2

1979 年

项 目	5/4	10/4	15/4	20/4	25/4	30/4	5/5	10/5
出 苗 率	45	50	70	75	97	55	80	75
出 苗 期	14/5	16/5	13/5	12/5	14/5	15/5	19/5	23/5

表 3

1978 年

项 目	5/4	15/4	25/4	5/5	15/5	25/5	4/6
出 苗 率	59.2	86.9	86.8	91.5	101.1	101.9	101.8
出 苗 期	13/5	13/5	15/5	18/5	26/5	3/6	10/6

5/4、10/4 以前的各期几年试验出苗率仅在 50~60%, 15/4 出苗 70% 以上。从 20/4 以后各期出苗率接近种子的发芽率。另外从出苗期看 30/4 日以前各期出苗期仅相差 1~2 天。5/5 以后各期出苗期差异较大, 一般较 20~30/4 各期相差 5~7 天。分析认为在早

播期内黑玉 46 晚播一天亩产减产 5.3 斤, 所以考虑以上两方面适期早播的日期应为 20/4~5/5 之间。从 20/4 后南部地区空气温度已稳定通过 7°C 与 B 值是符合的。

④早播与抽雄期和产量的关系(见表 4、表 5、表 6)。

表 4

1979 年

项 目	5/4	10/4	15/4	20/4	25/4	30/4	5/5	10/5
抽 雄 期	16/7	16/7	16/7	14/7	16/7	18/7	21/7	21/7
单穗产量(g)	66.3	115.8	84.4	194.5	105.0	132.0	144.2	90.5
百粒重(g)	21.2	22.1	24.8	27.2	24.7	25.1	21.6	20.8

** 呼吸强度由杨英良王桂彬同志测定

表 5

1977 年

项 目	播 期	5/5	20/5	4/6	19/6	4/7	19/7	3/8	18/8
抽 雄		18/7	23/7	3/8	17/8	29/8	20/9	—	—
成 熟		7/9	14/9	20/9	未成熟	—	—	—	—
产 量		1056.8	816.7	789.8	—	—	—	—	—
百 粒 重		26.4	21.8	19.5	12.4	—	—	—	—

表 6

1973 年

项 目	播 期	5/4	15/4	25/4	5/5	15/5	25/5	4/6
抽 雄 期		17/7	21/7	21/7	22/7	25/7	26/7	1/8
成 熟		3/9	4/9	6/9	8/9	9/9	14/9	25/9
产 量		943.4	993.4	933.4	833.4	1020.2	803.7	740.0
百 粒 重		24.6	27.2	25.5	24.3	23.3	23.3	21.6

七八年因生育期积温偏高,霜期偏晚各播期所需温度均已得到满足、所以产量差异不大。七七年 5/5 比 20/5 产量高 240.1 斤增产 22.7%,粒重高 4.6 克,七九年黑玉 46^{20/4}~^{30/4}三期平均粒重比 10/5 高 5.1 克。黑玉 71、北玉五号趋势一致。抽雄期提早 5~7 天,成熟期早 4~5 天,低温年差 7~10 天。

⑤种子吸水速度与温度关系,吸水后耐低温的能力。经田间测定,吸水达种子的 30~40%,5/4~10/4 播期经 15 天后,15/4 经 10 天后,20/4~30/4 经 5 天后。种子吸水后耐低温能力显著降低,到 25/4 扒土取种子在常温下(25℃)萌发,发芽率大大降低(见表 7)。

表 7

品 种	播 期	5/4	10/4	15/4	20/4
黑 玉 46		26.9	43.0	64.5	80.7
黑 玉 71		47.6	59.5	47.6	89.3
北 玉 5 号		44.9	38.5	38.5	70.5

79 年 5/4~25/4 空气平均温度 4.0℃,最低 -1.2℃,土壤 5 CM 温度平均 6.5℃最

低 1.5℃ 20/4 后各期扒籽作萌发试验发芽率不降低。

我们将在 9℃气候箱中处理达到萌动的种子于 25/4~30/4 分期移到室外经 24 小时后,放常温下发芽其发芽率不降低(见表 8)。

⑥种子质量、新旧种子、大小粒、不同发芽率同保苗率的关系。我们进行了田间试验:把种子的实际出苗率与不同品种的恒温下发芽率之比列成表 9。

这样消除了由于种子质量影响,各期的出苗率差异完全是由外界条件造成。清楚看出 20/4 前各期发芽率极低。实际的发芽率当然受发芽率高低左右。大小粒之间初步看出 20/4 前各期出苗率大粒高于小粒,20/4 以后各期差异不大。

⑦持续低温的影响,种子发霉失去发芽能力,经植保所病理组镜检认为:真菌——半知菌类——枝孢菌腐烂病(*Cladosporium*) 在低温多湿情况下易发生。

S. L. Harper(1956 年)对玉米种子在 0~12℃低温下催芽试验中指出,土壤温度高于 0℃时,土壤微生物区系开始对玉米发芽率产生不良影响,5℃时这一不良影响达到最大值,而当土壤温度升到 8℃时这一不良影响开始下降。

表 3

盒 号	品 种	萌 发 数	处 理 时 间	常 温 下 发 芽 数	最 低 温 度	
					地 面	气温 (1.5m高)
3—2	黑玉71	50	25/4~26/4	46	-4.4	-2.8
4—2	"	44	26/4~27/4	42	-4.5	-0.7
8—1	黑玉46	39	"	41	"	"
4—1	黑玉71	45	27/4~28/4	43	-1.2	1.9
7—1	黑玉46	33	"	41	"	"
1—1	黑玉71	40	"	42	"	"
8—2	黑玉46	42	"	37	"	"
5—1	北玉5号	40	"	43	"	"
2—1	黑玉71	40	"	39	"	"

表 9

播 期	5/4	10/4	15/4	20/4	25/4	30/4	5/5	10/5
(新) 萌发率%	45	50	70	75	95	75	80	75
与发芽率之比	48.4	53.8	75.3	80.6	102.0	80.6	86.0	80.6
(旧) 萌发率%	0	0	10	10	30	50	25	45
与发芽率之比	0	0	26.3	26.3	78.9	131.6	65.8	118.4

注：黑玉46新旧种子发芽率为93%和38%

综上所述，保证种子的出苗率要在空气温度稳定通过7℃开始，选用种子质量好的发芽率较高的种子播种，即可保证在最短时间内出齐苗，出全苗。过早播种吸水后在低温下明显丧失发芽能力，造成严重缺苗，同时在持续低温和多湿条件下易感霉菌病，同样可以降低出芽率。在我省南部地区以20/4~5/5播种为宜。

四、早播的农业意义

①过去认为玉米的生物学下限温度10℃。适期播种要稳定通过10℃后进行。我省南部地区生产上习惯播期为5/5~20/5。按照7℃指标，完全可以提早10~15天，即多利用积温150~200℃，按每100℃积温增产8~10%计算，增产12~20%。

②20/4~5/5正是我省南部地区反浆

期，土壤水分充足，5/5以后各类土壤已熟浆，所以生产上和实验中，5/5以后播期有出苗率降低的趋势。反浆期土壤水分，完全够种子出苗所需水分。免去5/5后进行催芽、坐水种，既省工又省力。

③在适期内早播，可以早萌动早出苗。20/4前播种25/4萌动，20/4~30/4播种30/4~5/5萌动。只要出苗后管理及时，保证水肥条件，就可实现计划栽培。有合理的生育进程，免遭低温危害，而获得丰收。

早播增产的原因主要是粒重明显比晚播各期增高。一九七九年黑玉46^{20/4}~^{30/4}三期平均百粒重比5/4~15/4三期高3.2克，比5/5~10/5三期高4.7克。七七年、七八年在院内试验均得到相同结果。即粒重一项增产10~15%，一九七八年在双城11区的

分期播种试验,吉双 147 和黑玉 46 均以 20/4 播期粒重最高,同院内结果趋势一致。

五、结束语

改变对玉米下限温度的认识,在生产上比过去的玉米习惯播期提早 10~15 天播种是可行的。南部地区的适宜播期为 20/4~5/5,是玉米的高产播期、它比 5/5 后播种的提早出苗 5~7 天,早抽雄 4~5 天、早成熟 3~4 天。

我省各地稳定通过 7℃ 的日期:齐市、林甸、安达、松花江地区、牡丹江地区及沿江地区南部在 20/4 日左右。富裕、望奎、绥棱、克拜丘陵、海伦、嫩江地区北部在 4

月下旬末,北部及大兴安岭地区在五月中旬。此日期是玉米适宜播期。

对早熟和极早熟品种不应该提倡早播,要在最适宜的温度条件下进行栽培使其获得高额产量。

试验和分析认为玉米黑玉 46 的 B 值为 7℃ 是适宜的, A = 88℃,并且品种间差异不大。

在我省气候条件下,种子在土壤中持续时间以 20 天左右出苗为宜。

明确玉米早播的可能性和它对增产粮食的作用,是抗御低温冷害的一项简而可行的有效措施。

从耕层土壤紧实度来看土壤耕作改制的方向*

陈 恒 昌

(九三农垦局科研所耕作栽培室)

五十年代中期,我省国营农场黑土上耙茬耕法的兴起和成功的试验应用,引起人们对连年犁翻耕法的怀疑。从生产实践和田间试验中,人们逐渐意识到,土壤不一定要疏松些好,相反地,较为紧实的土壤更适宜于作物的生长和发育,从而能获取较高的产量。二十多年来,随着土壤耕作制度的改革,土壤耕作方法研究工作的进展,以及其它农业生产技术的推广应用,生物、化学的因素替代土壤耕作的某些职能,土壤紧实度的问题就日益显得突出和为人们重视起来。我们认为,土壤紧实度问题是土壤耕作中的一个基本理论问题,土壤耕作使用机械的力量作用于土壤,主要是调节土壤的紧实度,土壤过于疏松,使之紧实些;土壤过于紧实,使之疏松些。紧实度变化了,土壤的水、肥、

气、热状况也随之起相应的变化。那么,何种土壤紧实度最适宜于作物的生长发育,又如何创造和保持这种适宜的土壤紧实度,使之有利于作物产量的提高,就成为耕作学科中应予解决的重要问题了。基于这样的想法,我们在以前工作的基础上,于 1978 年布置了土壤紧实度的试验,种植作物为大豆,1979 年继续在原试验迹地上种植小麦,同时观察土壤紧实度在自然状态下的变化动态,试图通过试验和观察,探求土壤紧实度与作物产量的关系,和土壤紧实度的自我调节性能,为土壤耕作提供这方面的依据。

* 本工作承蒙本所耕作栽培室主任谢民泽技师和副主任许守亨同志指导并审阅特此致谢。