

不了高粱对水分的需要,而影响生长发育,群体发展也要受到限制,造成群体和个体产量下降(见表11)。

(三) 密度与种植方式

植株在田间配置方式和规格合理,安排好单株营养面积,是合理密植增产的重要环节。

近些年来,随着科学种田水平的提高,出现很多的种植方式,如:一垅三株、双株、单株、垄上双行拐子苗;30~45厘米窄行平播等。由于种植方式的不同,其保苗密度也

不一样(见表12)。采用不同的种植方式,必须有相应的种植密度才能获得高产。

表12 种植方式与密度

种植方式	项目 品 种	密 度 (株/亩)	亩 产 量 (斤)
30 厘米平播	齐杂 3 号	10,000	816
		12,000	989
		14,000	1,234
70 厘米垄作	齐杂 3 号	10,000	803
		12,000	912
		14,000	896

寒地玉米物候期变化及其调节[※]

都明南 刘东辉 杨振芝

(黑龙江省农科院耕作栽培所)

作物物候是指农作物受生态环境的影响而依次出现的各生育阶段,如出苗、开花、成熟等。它以准确的物象显示生态环境变化,反映作物生育进程,是制定栽培措施的依据之一,是在农业科学研究工作中,不可忽视的一门学科。作物物候学是栽培学的基础学科之一,它们之间的关系主要表现在两个方面:一是通过物候现象了解气候变化,适时安排农事活动;二是根据物候规律掌握作物特性,制定适宜的栽培措施。

本文根据试验和调查资料,分析了我省各地玉米物候期特点,阐述了不同气候条件影响下的物候变化规律,初步提出调节物候期的栽培措施。

一、寒地气候特点与玉米物候期变化

我省地处高纬度,气候冷凉,年平均气温-5~-4℃,无霜期一百至一百四十天,活动积温($\geq 10^\circ\text{C}$ 积温,下同)1900~2700℃,

年降雨量400~600毫米。

(一) 不同季节气候对物候期的影响

1. 春季气候特点与播种期

气温低,回春晚是我省春季气候的主要特点。按稳定通过 0°C 的日期计算,我省各地回春日一般在四月上中旬(见表1),从南到北,回春日逐渐推迟。经统计分析,不同纬度与稳定通过 7°C 日期(玉米萌动温度)回归方程 $Y = 3.75X + 21.6$,即纬度每升高一度, 7°C 日期晚出现3.75天,稳定通过 0°C (开化温度), 10°C (玉米出苗温度)日期回归系数 b 各为2.07和2.34。我省春季回暖特点是:从开化温度(0°C)升到玉米萌动温度的经历日期较长,为20至25天,而从萌动温度升到出苗温度的经历日期较短,仅有一个星期左右;开化和萌动温度在南北差异较大,其回归图线斜率角 α (可用 $\text{tg}\alpha = Y_2 - Y_1 / X_2 - X_1$ 公式算得)较小,各为36.1、40.8和

※ 何烈勋副所长、聂希安技师阅改本文,毛成伟、李兰芬同志参加了资料整理工作,特此致谢!

表1 不同纬度与春季气候

地 点	纬 度	稳定通过日期 (日/月)		
		0℃	7℃	10℃
五 常	44°54'	2/4	22/4	6/5
哈 尔 滨	45°41'	3/4	26/4	8/5
绥 化	46°37'	5/4	2/5	11/5
海 伦	47°26'	8/4	7/5	13/5
北 安	48°17'	9/4	11/5	15/5
孙 吴	49°26'	14/4	15/5	20/5
呼 玛	51°43'	15/4	16/5	22/5
X(均 数)		8/4	6/5	14/5
C、V(变异系数)		5	9	2
		**	**	**
r(相关系数)		0.9477	0.9401	0.9231
b(回归系数)		2.07	3.75	2.34

27.1 度，而出苗温度在南北差异较小，其斜率角 α 为 40.8 度（见图一）。

我省各地播期试验结果表明，稳定通过

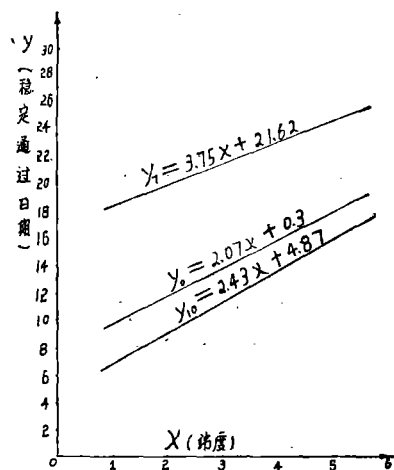


图1 不同纬度与气候

7℃至 10℃的回暖期，是保苗好，产量高的播种“腰窝”，适宜播期的温度指标是：七度开播，十度结束，七至八天播完。

春季蒸发量多少是造成春旱的一个原因，可用湿润度 c （降水量 R 与蒸发量 E 比值）表示。泰来、甘南等我省西部各县春季（3 至 5 月）湿润度一般为 0.068（1968～1978 年），比哈尔滨同期 c 值（0.133）小 0.065 加上春风烈，日射强等条件，连年春旱，出苗期一般推迟到 25/5 或头雨之后。

2. 夏季气候特点与抽雄期

玉米抽雄期既标志前期物候进程，又预示着后期生育好坏，是能否在霜前正常成熟的关键物候指标。

我省玉米抽雄期一般表现北部早，南部晚（见表 2）。特点主要表现在：（1）北部玉米在播期偏晚情况下提早抽雄，使前、后生育时段（以抽雄期为界）比值小于一，这是北部玉米播种晚，起身慢，但在入夏后高温影响下，提早进入生殖生长阶段的结果；（2）玉米抽雄吐丝期感温性强，即需要高温条件。我省各地一般是在大暑（7 月 23 日）前后出现连续高温（ $\geq 22^\circ\text{C}$ ），因此，各地玉米抽雄期以高温日为界基本拉齐，即一般是在 7 月 20 日后，其差异不大。据分析，哈尔滨玉米安全抽雄期为 7 月 25 日，北部偏早。

夏季低温是延迟抽雄的原因，据资料报导，如六月份气温不足 20°C 时，抽雄期一般

表2 各地玉米物候期

地 点	纬 度	品 种	播 期	出 苗	抽 雄	成 熟	出苗至成熟日	出苗至抽雄(a)	抽雄至成熟(b)	a/b
双 城	45°20'	吉 双 147	4.26	5.17	7.27	9.22	128	70	58	1.21
哈 尔 滨	45°41'	黑 玉 46 号	4.30	5.14	7.24	9.16	125	70	55	1.27
海 伦	47°26'	海 玉 3 号	5.8	5.28	7.20	9.8	123	52	71	0.73
齐 齐 哈 尔	47°23'	嫩 单 3 号	5.11	5.22	7.19	9.5	106	57	48	1.19
北 安	48°17'	北 玉 5 号	5.11	5.27	7.18	9.10	106	51	55	0.92
嫩 江	49°09'	山 河 53 号	5.16	6.4	7.20	9.9	97	46	51	0.90
黑 河	50°15'	黄 八 趟	5.19	6.3	7.20	9.6	95	46	49	0.94
S			8/5	8/5	3/7	6/9				
C、V (%)			21.3	31.8	15.1	55.9				

推迟到 29/7 后, 随后即使遇到高温条件, 也难弥补已贻误的抽雄期: 六、七月份 22℃ 以上的高温日数减少五至 10 个小时, 抽雄期一般推迟四至九天。

3. 秋季气候特点与成熟期

玉米灌浆程度是衡量生理成熟的指标, 而北方秋季夜间温度低是寒地玉米成熟期间的有利气象因素。

据对哈尔滨、北安等县气象资料统计分析, 8 月 1 日至 9 月 10 日灌浆期间, 每升高一个纬度夜间温度降低 1.4℃, 表现愈是北部灌浆速度愈急, 持续时间愈短, 结束愈早, 这是寒地玉米成熟的特点, 如地处北纬 49°09' 的嫩江农场(1977), “北单 7051”玉米灌浆速度为 0.89 克/百粒·日, 而地处北纬 45°41' 的省农科院“黑玉 46 号”玉米灌浆速度为 0.78 克/百粒·日, “北单 7051”比“黑玉 46 号”灌浆期短十一天, 早成熟十三天。

我省农作区从南到北玉米成熟期随纬度

的升高而提早, 据对黑河、哈尔滨、宁安等地资料的统计分析, 每升高一个纬度成熟期提早 2.5 天, 其相关系数 r 为 0.9751**。

秋雨冬雪(十月至二月)是决定春墒进而影响出苗的主要气象因素。据对哈尔滨春季气温正常年份(四至五月积温 500℃以上)的气象资料分析, 秋雨冬雪多寡与出苗期早晚呈正相关, 其 r 值为 0.9011*, 表现秋冬降水量每增加 10 毫米, 出苗期提早 1.5 天。

(二) 不同年份气候对物候期的影响

1. 丰欠年物候变化特点

同一品种在丰欠年份由于受不同气候条件的影响, 物候期也有变化, 其表现型是: 春旱年出苗晚, 低温年抽雄慢, 早霜年成熟差, 其中, 以低温影响最大。

在丰欠年之间(见表 3), 抽雄期差异最大, 相差十至十二天, 成熟期差异次之, 相差八至十天, 出苗期差异较小, 相差三至四天, 标准差(S)大小也有了相应规律。

表 3 不同年份的物候期 哈尔滨黑玉 46 号品种

年 份	年 份	出 苗	播 种 至 出 苗	抽 雄	出 苗 至 抽 雄	成 熟	抽 雄 至 成 熟	出 苗 至 成 熟
1968	丰	18/5	23	19/7	62	7/9	50	112
1969	欠	21/5	25	3/8	73	20/9	48	121
1971	丰	14/5	17	23/7	70	10/9	49	119
1972	欠	20/5	26	29/7	70	20/9	53	123
1975	丰	20/5	24	20/7	61	9/9	51	112
1976	欠	22/5	26	1/8	71	14/9	44	115
均 值 (\bar{X})		19/5	24	26/7	68	13/9	49	117
标 准 差 (S)		3	3	6	5	6	3	5
变异系数 % (O, V)		15.1	14.3	24.5	7.4	43.5	6.3	4.0

从丰欠年之间物候时段变化特点看, 欠年主要是推迟出苗至抽雄阶段, 即玉米营养生长阶段, 而抽雄至成熟阶段则有缩短, 如从表 3 看出, 欠年出苗至抽雄阶段平均经历 71 天, 占全生育期的 59.3%, 丰年出苗至抽雄阶段平均经历 64 天, 占全生育期的 56.1% 而抽雄至成熟阶段各占其全生育期的 40.7% 和 43.9%, 故当研究抗御低温冷害措施时, 应争取主动, 注重前期, 要在早出苗, 早发棵

上下功夫, 做到秋霜春防。

生育日数延长, 是欠年物候期的另一特点, 对十五年资料分析, 黑玉 46 号玉米出苗至成熟日期欠年平均为 120 天, 比平年长 3 至 4 天, 比丰年长 7 至 8 天。

2. 物候变化的原因

在我省寒冷的气候条件下, 年际间积温波动是物候变化的主要原因, 如哈尔滨 1971 与 1972 年、1975 与 1976 年二次丰欠年对比

中,从播种到抽雄期间(1/5~20/7)欠年比丰年少380.4℃积温,抽雄期平均推迟8天,表现每差10度积温抽雄期相差一天左右。以哈尔滨“黑玉46号”玉米为例,在正常水分条件下,播种至出苗大约需要240℃,出苗至抽雄1300℃,抽雄至成熟920℃积温。

一个品种的各物候期所需积温并非固定不变,而年际间有所不同,表现高温年少,低温年多,如嫩江农场1976年低温年“海珍珠”玉米出苗至成熟耗用1658.8℃积温,比1975年高温年多117.6℃积温。

据对哈尔滨、北安等县资料分析,不同地区间丰欠年物候积温差异显著,一般相差100~150℃,同时看出,愈是北部丰欠年之间积温差异愈小,说明在低温年南部受灾程度重,北部较轻,其实质是我省南北品种耐冷性不同,即北部早熟品种强,南部晚熟品种弱。

实践证明,物候变化的原因除考虑积温外,还要考虑水热联应的作用。

在我省十年九春旱的气候条件下,水分主要影响作物前期物候期,即玉米营养生长期。水热联应效果可用干燥指数 $k = 0.16 \Sigma t/r$ ($\Sigma t = \geq 10^\circ\text{C}$ 积温, r 为同时期降水量)表示,即 k 值大时干旱, k 值小时湿润,如呼兰1976年4至6月 K 值为2.07,比1975年(1.46)多0.61,发生了严重的前期干旱,加之低温影响,使玉米抽雄期推迟7~10天,抽雄期拖至7月28日以后,造成了延迟型冷害。

据对哈尔滨地区不同年份气象资料的统计分析,头年11月至来年5月 K 值与出苗早晚呈正相关,其 r 值为0.9514**,即随着秋冬底墒和春季表墒的增加, K 值减少,出苗期提早,当 K 值增加0.1时,出苗期推迟1.1天。呼兰县十五年统计资料表明,冬春(10月至5月)降水总量七十毫米以下, K 值1以上时,出苗一般拖迟到5月24日以后,存在不能正常成熟的危险。

(三) 不同地区气候对物候期的影响

北移贪青,南移早熟,是纬度间物候变化的主要特点,如“嫩单3号”玉米在宁安(N44°20′)、哈尔滨(N45°41′)、嫩江(N49°09′)等地表现(1977),每北移一个纬度物候期推迟2.43(n)天,南移则有相反的趋势,并表现品种愈晚其差异(n)愈大。物候变化主要是在前期,即营养生长阶段,如北移时主要是延长出苗至抽雄阶段,抽雄至成熟阶段反而缩短,南移则有相反的趋势(见图2)。

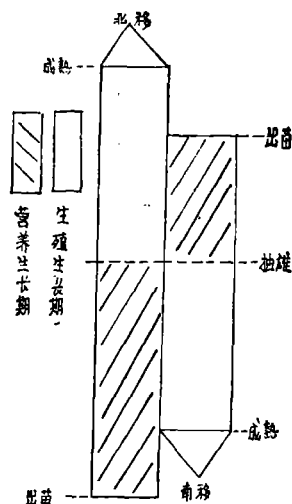


图2 异地种植物候阶段变化示意图

当考虑一个引入品种保证率时(A),应遵循作物物候变化规律,即异地种植后变化了的物候期,要适当地生态环境条件。从物候学观点出发,一个品种的保证率(A)可用 $G+nK/F$ 公式表示,式中, G 为品种生育期(出苗至成熟), n 为物候变化常数,一般为2.5,南移时为负值,北移时为正值, K 为所移纬度数, F 为无霜期。当 A 值愈小时,保证率愈高, A 值小于1时,可以种植,如“龙单1号”玉米拟引至齐齐哈尔种植, G 为100天, K 为1.39, F 为110天,其 A 值为0.86,可引入种植。

二、调节物候期的栽培措施

在遇到不良气候条件时,物候期调节可

起到保证作物正常成熟的作用。从栽培角度看,调节作物物候期有二个途径,其一是前移物候期,利用早春间歇积温;其二是提早物候期,加速作物各物候期进程。我省调节玉米物候期的栽培措施有:

1. 适时早播。保苗好,熟期早,产量高是确定适宜播期的依据,据在哈尔滨试验,适宜播期一般是在 25/4~5/5,比 10/5 后播种的早成熟 5~12 天,增产 6~10%,适时早播的物候期特点是:

(1) 早播早出苗。5/5 前播种的一般比

10/5 以后播的早出苗 5~15 天,出苗所需积温少 180℃左右,在 4 月 20 至 5 月 20 日期间,每晚播五天出苗期拖延 4.6 天,总之,在哈尔滨的适宜播期显示了“谷雨开播,小满出苗”,出苗快和出苗集中的物候特点。

(2) 当适时早播时,延长营养生长时间,如 20/4 期营养生长与生殖生长期比值为 1.53, 2/5 期为 1.49, 10/5 期为 1.35, 20/5 期为 0.95, 营养生长与生殖生长所需积温比值也有了相仿规律,可见,早播早熟的原因主要是加速了后期灌浆速度。

表 4 不同播期和施磷对物候期的影响 哈尔滨 1978 年

	播种至出苗			出苗至抽雄			抽雄至成熟			出苗至成熟	
	出苗期	经历天数	积温	抽雄期	经历天数	积温	成熟期	经历天数	积温	经历天数	积温
10/4 无磷	15/5	35	217.9	19/7	64	1,333.9	1/9	44	914.4	108	2,218.3
20/4 无磷	17/5	27	233.2	22/7	66	1,363.1	4/9	43	929.1	109	2,292.2
2/5 无磷	18/5	16	172.2	24/7	67	1,400.4	7/9	45	921.3	112	2,321.7
10/5 无磷	23/5	13	195.2	27/7	65	1,404.3	12/9	48	974.0	113	2,378.3
20/5 无磷	5/6	16	259.2	27/7	52	1,191.3	20/9	55	1,040.6	107	2,231.9
10/4 施磷	15/5	35	217.9	15/7	61	1,244.3	27/8	43	957.7	101	2,202.0
20/4 施磷	17/5	27	233.2	18/7	62	1,285.0	29/8	42	868.0	104	2,153.0
2/5 施磷	19/5	17	191.9	20/7	64	1,231.2	4/9	45	956.8	109	2,248.0
10/5 施磷	23/5	13	195.2	25/7	63	1,382.1	11/9	48	955.3	111	2,337.4
20/5 施磷	5/6	16	259.2	26/7	51	1,170.1	18/9	54	1,042.9	105	2,213.0

品种:“门 14×铁 13”、亩施磷肥过石 66 斤。

(3) 不同播期的物候变化在全生育期间呈马鞍型,即前后期差异大,中期差异小。如从表四看出, 20/4~20/5 播期间,出苗期平均相差 19 天,成熟期相差 16 天,抽雄期仅差 2 天,这就说明,晚播的玉米在夏季高温影响下提早抽雄,仓促进入了生殖阶段,但比早播的生育差,缺乏灌浆前的光合物质贮备,后期生育又变缓慢。

早播做到适时,这是确保田间保苗率的主要环节,据回归分析,10/4~20/5 期间,每早播一天田间保苗率减少 0.76%,其中, 10/4~20/4 过早播种的每天减少 1.33%,可见,过早播种时,保苗率降低幅度大,在适宜播期内保苗较好。

确定适宜播期的指标也表现在其它物候

上,如哈尔滨稳定通过 7℃ 的日期,一般能见到“儒生麻籽放两夹”,“丁香树出咕都”等物象,这正是播种腰窝;稳定通过 10℃ 的日期,一般能见到“婆婆丁开花”,“杨树绒子飞”等,应结束播种。

2. 施用磷肥是加快玉米物候进程的有效措施。一般比不施磷肥的早抽雄 3~4 天,早成熟 3~6 天,增产 4~8%,在低温冷害年份其差异幅度更大。施用磷肥物候期变化特点(见表 4)。

① 施磷对出苗期早晚没有影响,主要是影响玉米起身以后的各物候期,如 20/4 播期为例,出苗期没有差异,但 5 叶期相差 5 天, 8 叶期相差 4 天,抽雄期相差 4 天,成熟期相差 6 天,这是磷素主要影响玉米营养阶段

的结果。

②当早施磷时对物候期影响大,而晚施磷对物候期影响小,如从表4中看出,施磷比不施磷10/4期早抽雄4天,10/5期早抽雄2天,10/4期早成熟5天,10/5期早成熟一天,这就说明,施磷具有抗御春寒,早发快长的效果。

③当氮磷肥混施时,对玉米物候期的影响显著。如1978年试验(黑玉46号品种), N_1P_2 比例混施的于4/9成熟,比 N_1P_1 混施的7/9早成熟3天,比不施肥13/9早成熟9天,比纯施氮肥16/9早成熟12天。

紫苗是玉米苗期的生理弊病,影响玉米前期的正常生育,据绥化农场管理局科研所于忠凯等试验,亩施17斤三料过石和8.5斤尿素(4月20日施入),比无肥区紫苗率下降11.2%。

3.育苗移栽。旱田作物育苗移栽是保护栽培措施之一,一般比直播早成熟十五至二

十天,增产15~20%。在育苗移栽条件下,玉米物候期变化特点是(见表5)。

①育苗早熟的主要原因是:早播种,早出苗,如从表五看出,早播种3天,早出苗10天,播种到出苗期间,比直播多利用22.9℃积温。育苗的玉米快速出苗,出苗所经日期比直播短七天,缩短种子在土中呆滞时间,表现出苗齐,出苗壮。

②育苗移栽比直播玉米生育期一般缩短半个月左右,愈是晚熟品种其缩短幅度愈大,并表现育苗比直播在春秋物候期差异大,夏季物候期差异小。

③缩短营养生长阶段是移栽玉米的另一物候特点,因此移栽玉米表现植株矮化40~50cm,结穗部位也降低20~30cm。

在育苗过程中,采用一些新技术,其促熟效果更明显,如红膜比无色膜早熟3至4天,育苗期间8至10小时短光照处理比对照早熟6至7天。

表5 育苗移栽不同物候阶段的气象因子 延寿县长兴大队1975年

物 候 阶 段		播 种 至 出 苗	出 苗 至 拔 节	拔 节 至 抽 雄	抽 雄 至 成 熟	总 计
处 理	所 经 日 期	30/4~5/5	6/5~12/6	13/6~15/7	16/7~28/8	
	生 育 日 数	5	37	32	43	117
	日 照 时 数	39.1	209.5	190.9	340.5	780.0
	活 动 积 温	102.8	675.5	646.0	962.0	2,386.3
	平 均 气 温	20.6	18.3	18.4	20.9	
适宜生育温度		7~10	18~20	25~28	18~20	
直 播	平 均 气 温	9.6	14.8	21.3	19.3	
	活 动 积 温	79.9	608.1	703.7	963.8	2,355.5
	日 照 时 数	78.7	189.1	280.5	329.6	877.9
	生 育 日 数	12	40	30	49	131
	所 经 日 期	3/5~15/5	16/5~25/6	26/6~26/7	27/7~14/9	

品种:黑玉46号

4.其它技术。据资料报导,种子处理,促进生育,如催芽比直播早出苗5至7天;用0.2~0.3%矮壮素浸种早熟三至四天;用0.5%硫酸镁浸种时,比对照早抽雄四至五天;玉

米种子低温处理(用1~3℃低温处理湿种半个月),早熟四至五天。

另外,苗期垄沟深松,拔节期喷洒乙烯利,根外喷磷等,均有一定的促熟效果。