

至圆筒形,有1~3个隔膜,大小为10~18×5.0~8.0微米。

11. 黑色网球孢霉(*Epicoccum nigrum* Link)

分生孢子座暗色,呈垫状,大小不等。分生孢子梗很短,紧密或疏松,暗色。分生孢子

暗色,单胞(属砖格孢类),球形。

12. 葡萄状穗霉(*Stachybotrys chartarum* (Ehrenb. et Link) Hughes)

分生孢子梗近于无色到暗色,简单,在顶端着生成簇的小梗,分生孢子暗色,单胞,球形到卵圆形,不链生。

## 不同种植方式对玉米田间小气候和产量影响的分析

白良明

(黑龙江省农科院栽培所)

**摘要** 利用二比空、方型、清种三种种植方式在同一地块进行试验,测得田间小气候要素数据、干物重、产量要素指标及最终产量。用计算机模拟株高与光照方程,经t检验证明二比空比方型和清种优越并非田间偶然误差造成。对各种种植方式的干物重、产量要素及最终产量进行分析,用F检验证明二比空单产显著高于方型和清种。

为了解玉米在不同种植方式下,各生育时期内田间小气候要素对玉米产量、光合速率的影响,揭示玉米在整个生育期的生长规律与田间小气候要素间的相互关系,确定合理的种植方式,改善农田小气候环境,本研究分析了不同种植方式对玉米田间小气候要素和产量的影响。为确定合理的种植方式提供理论依据。

### 材料与方 法

试验地为沈阳市新民县兴隆镇农技站试验地,土壤为中性沙壤土,有机质含量为1.5%,pH值7.5。试验品种为掖单13号。三种种植方式为二比空(种两行空一行)、方型(株行距相等)、清种(不空行、不等距),行长

均为10米,小区面积皆为73.7平方米,随机排列,三次重复。自1989~1991年在拔节期、喇叭口期、吐丝期、乳熟期等生育时期自地面至株顶间隔20厘米为一测点,每天08~20时间隔2小时观测光照强度、风速、温度。采用ST-80型数字照度计和热线微风仪等小气候观测仪器进行实地观测,同时记录生育时期和生长状况。在拔节期、喇叭口期、吐丝期、乳熟期测定干物重、秆干重、粒干重、产量要素及最终产量。

### 结果与分析

#### 一、田间小气候特点

##### 1. 光照特点

为便于计算采用相对光强,即所测各层

注:本文是在沈阳农业大学王秉昆副教授指导下完成的。

次光强与当时各处理地块自然光强的比值取百分数表示。

(1)二比空、方型、清种的相对光强随株高变化的指数方程。

根据 1991 年乳熟期(8 月 26 日)二比

表 1 各种植方式相对光强与株高指数方程

(1991 年乳熟期 4000 株/亩)

高度 时间 方式	0~130cm			130~200cm		
	08 时	12 时	16 时	08 时	12 时	16 时
二比空	$y=1.6439e^{0.0219x}$ $R=0.9886 \ n=7$	$y=9.0753e^{0.0092x}$ $R=0.9862 \ n=7$	$y=3.4220e^{0.0144x}$ $R=0.9839 \ n=7$	$y=1.7475e^{0.02x}$ $R=0.9965 \ n=4$	$y=7.4263e^{0.0129x}$ $R=0.9454 \ n=4$	$y=2.4545e^{0.0179x}$ $R=0.9898 \ n=4$
方 型	$y=1.4319e^{0.0231x}$ $R=0.9917 \ n=7$	$y=7.6148e^{0.0104x}$ $R=0.9602 \ n=7$	$y=3.1927e^{0.0151x}$ $R=0.9908 \ n=7$	$y=1.8303e^{0.0194x}$ $R=0.9974 \ n=4$	$y=7.1191e^{0.0123x}$ $R=0.911 \ n=4$	$y=2.8530e^{0.0187x}$ $R=0.9935 \ n=4$
清 种	$y=1.2493e^{0.0239x}$ $R=0.9950 \ n=7$	$y=6.6993e^{0.0111x}$ $R=0.9619 \ n=7$	$y=3.1559e^{0.0145x}$ $R=0.9919 \ n=7$	$y=1.7637e^{0.0196x}$ $R=0.9976 \ n=4$	$y=7.6129e^{0.0123x}$ $R=0.9329 \ n=4$	$y=2.192e^{0.0178x}$ $R=0.9864 \ n=4$

注:  $x$  为植株高度,  $y$  为  $x$  高度处的相对光强(%)。

我们任取一高度值进行回代,算出回代相对光强得出:二比空种植要比同高度的清种和方型相对光强大,且各时期规律均一致,说明二比空群体的受光要比方型和清种好。

(2)二比空与清种各发育时期光强比较

根据拔节期 0 厘米、20 厘米 40 厘米和自然光强;喇叭口期 0 厘米、20 厘米、40 厘米、60 厘米、80 厘米、100 厘米、120 厘米、140 厘米、160 厘米和自然光强;吐丝期和乳熟期 0 厘米、20 厘米、40 厘米、60 厘米、80 厘米、100 厘米、120 厘米、140 厘米、160 厘米、180 厘米、200 厘米和自然光强;08~20 时每 2 小时一次的观测记录,我们统计出不同种植方式的各层次平均相对光强,对各层次平均相对光强差异进行了简单的  $t$  检验。检验结果证明:玉米各生育时期二比空平均相对光强在  $\alpha=0.5$  置信度下与清种平均相对光强达显著差异。这说明二比空群体受光比清种好得多,实际观测和最终产量也说明了这一点,并可看出二比空比方型亦好。

1989 年乳熟期在 08 时、12 时、16 时观测结果表明:二比空各层次平均相对光强比清种分别增加 3.2%、6.8%、2.5%;成熟期增加 11.9%、6.9%、4.0%。1990 年喇叭口期

空、方型和清种相对光强与株高资料,经电子计算机模拟呈指数关系(其它时期亦有此关系)。为了更好地体现两者的关系,可取公认的作物活动面高度(2/3 株高处)作为分界,植株高度为 200 厘米,方程如表 1 所示。

08~20 时间隔 2 小时各时二比空比方型增加 9.4%、14.9%、39.8%、39.2%、7.1%、2.9%、16.6%、;比清种增加 19.9%、24.2%、60.2%、56.5%、16.9%、14.9%、29.4%、。这些数据都说明二比空群体受光态要比方型和清种好,是理想的受光态群体。

(3)田间各层次对辐射能量的吸收

由统计得出的玉米田间各层次吸收辐射能的数值看出:随着层次的增加(高度增加)吸收的辐射能量也有所增加。大致在作物活动面以上某一高度达峰值,峰值的出现在一天中由高层移向低层。

(4)二比空中空行增加光照强度及日照时间

二比空种植的行间互相平行,且玉米植株的高度在某一时间内是大致不变的。若不考虑植株本身的透光和漏光作用,则空行(南北行)间光照条件可用理论公式计算即:

$$h(\varphi) = \arcsin \frac{\cos \varphi}{\sqrt{\text{ctg}^2 h_0 + \cos^2 \varphi}} \dots \dots \dots (1)$$

这里  $h(\varphi)$  为遮蔽角;  $\varphi$  为偏离株行法线方向(垂直于行向)的方位角(由行的法线方向向量起,以顺时针方向为正),本试验行向为

南北向,故以正东为法线  $0^\circ$  方位角算起; $h_0 = \arctg \frac{L}{y}$  为某点垂直于行向而在法线与该点所处平面上的某点至株顶的仰角,其中  $L$  为植株行距, $y$  为植株某一部分(与该点处于同一水平面上)至株顶的高度。农田中空行间某点有光照的条件是  $h\theta \geq h(\varphi)$  ( $h\theta$  为太阳高度角),因为当  $h\theta < h(\varphi)$  时,太阳光线被植株阻挡,该点就不会有光照。所以确定该点是否有日照条件,关键在于确定  $h(\varphi)$ ,  $h\theta = h(\varphi)$  是农田中开始或终止日照的必要条件,计算一天中各时刻太阳高度角公式如下:

$$\sin h\theta = \sin \varphi \sin \sigma + \cos \varphi \cos \sigma \cos \omega \dots \dots \dots (2)$$

式中  $\varphi$  为地理纬度; $\sigma$  为太阳赤纬; $\omega$  为时角,规定下午为正,正午为零,上午为负,以  $15^\circ$  为 1 小时计算。

农田行间开始和终止日照的时角公式:

$$\cos \omega_s = \frac{-M \sin \sigma \pm \sin \gamma \sqrt{(N^2 + \sin^2 \gamma) \cos^2 \sigma - M^2 \sin^2 \sigma}}{(N^2 + \sin^2 \gamma) \cos \sigma} \dots \dots \dots (3)$$

其中  $M = \frac{L}{y} \sin \varphi + \cos \varphi \cos \gamma$ ,  $N = \frac{L}{y} \sin \varphi - \sin \varphi \cos \gamma$ ;  $\omega_s$  为农田行间开始和终止日照的时角; $\gamma$  为行法线方向;其余代表意义同上。

1991 年拔节(6 月 14 日)  $\sigma = 23^\circ$ ,喇叭口期(7 月 18 日)  $\sigma = 23^\circ$ ,吐丝期(7 月 23 日)  $\sigma = 21^\circ$ 。沈阳新民  $\varphi = 42^\circ$ ,利用公式(2)计算出各发育期的太阳高度角。6 月 14 日与 7 月 18 日 08 时、12 时、14 时、16 时、18 时的太阳高

度角分别为:  $36^\circ$ 、 $57^\circ$ 、 $69^\circ$ 、 $57^\circ$ 、 $36^\circ$ 、 $15^\circ$ ; 7 月 23 日太阳高度角为  $35^\circ$ 、 $56^\circ$ 、 $68^\circ$ 、 $56^\circ$ 、 $35^\circ$ 、 $14^\circ$ 。下面计算 7 月 23 日吐丝期玉米根部及 2/3 株高处的遮蔽角,株高为 261 厘米,空行宽 56.4 厘米。遮蔽角是方位角  $\psi$  的函数即  $h(\psi)$ ,我们假定正东方位为  $0^\circ$ ,时间为 06 时,正南方位为  $90^\circ$ ,时间为 12 时,上午行法线方向(我们视为  $\psi$ )变化范围为  $0^\circ \sim 90^\circ$ ,下午为  $90^\circ \sim 180^\circ$ ,但与上午照射点相反,两者相差  $180^\circ$ 。经计算,玉米根部上、下午遮蔽角为:  $77^\circ 48'$ 、 $75^\circ 59'$ 、 $66^\circ 38'$ 、 $0^\circ$ 、 $66^\circ 38'$ 、 $75^\circ 59'$ 、 $77^\circ 48'$ 。2/3 高度处上、下午遮蔽角为:  $72^\circ 2'$ 、 $69^\circ 29'$ 、 $57^\circ 3'$ 、 $0^\circ$ 、 $57^\circ 3'$ 、 $69^\circ 29'$ 、 $72^\circ 2'$ 。玉米根部有日照的条件是  $68^\circ \geq 66^\circ 38'$  (上午)  $\sim 66^\circ 38'$  (下午); 2/3 高度处有日照条件是  $68^\circ \geq 57^\circ 3'$  (上午)  $\sim 57^\circ 3'$  (下午),照射时间为 10~14 时。

按公式(3)求出日照时间  $\omega_s = 36^\circ$ ,即 10 时 36 分开始有日照至 14 时 36 分,计 4 小时光照时间。实测结果与理论计算相符。如 1991 年吐丝期 10 时平均相对光强为 58% (二比空)、48% (方型)、46% (清种),14 时平均相对光强为 62% (二比空)、56% (方型)、54% (清种)。

## 2. 玉米种植方式的田间温度特点

1989 年乳熟期在 08~12 时二比空温度高于清种,14 时温度清种高于二比空,而 16 时温度二者相同。如表 2 中所用值为 0 厘米、60 厘米、100 厘米、140 厘米、180 厘米五层次的平均值。

表 2 二比空与清种田间平均温度比较

时 间 方 式	08 时	10 时	12 时	14 时	16 时	总增减
二比空	23.6	25.4	27.9	28.3	26.9	
清 种	22.7	24.8	27.6	28.4	26.9	
增减值	+0.9	+0.6	+0.3	-0.1	0	+1.7

从表 2 中看出:二比空比清种平均温度总增加  $1.7^\circ\text{C}$ 。温度最高值出现在一天中光照最强的 14 时,最低温度出现在早 08 时,且

此时两者差值为一天中最大。

## 3. 风速特点

用某层风速与自然风速之比的百分数表

示该层次相对风速。所测得的玉米各发育期内,二比空的平均相对风速均大于方型和清种,经t检验结果都达到显著水平。说明二比空种植田间通风状况要比方型和清种为好。

1990年喇叭口期08时、10时、12时、14时、16时、18时二比空平均风速比清种增加0.021米/秒、0.014米/秒、0.037米/秒、0.055米/秒、0.031米/秒、0.026米/秒,比方型增加0.011米/秒、0.008米/秒、0.031

米/秒、0.036米/秒、0.016米/秒、0.013米/秒。

## 二、三种种植方式的干物重、秆干重和粒干重、相对生长率、作物生长率的比较

由表3、4看出:二比空在成熟期粒干重及拔节期、喇叭口期、吐丝期干物重均高于方型和清种。二比空作物生长率高于方型和清种,在喇叭口期~吐丝期相对生长率二比空高于方型和清种。

表3 三种种植方式各时期干物重 (g/m<sup>2</sup>)

种植方式	拔节期 (6月14日)	喇叭口期 (7月3日)	吐丝期 (7月16日)	成熟期 (9月8日)	
				秆重	粒重
二比空	57.36	310.2	945.0	1215.0	1275.0
方型	52.26	309.0	900.0	1230.0	1260.0
清种	52.08	300.0	909.0	1110.0	1230.0

表4 三种种植方式各发育时期相对生长率、作物生长率

种植方式	发育时期	相对生长率 (g/g·日)	作物生长率 (g/m <sup>2</sup> ·日)
二比空	拔节~喇叭口	0.089	13.31
	喇叭口~吐丝	0.086	48.83
方型	拔节~喇叭口	0.094	13.21
	喇叭口~吐丝	0.082	45.46
清种	拔节~喇叭口	0.092	13.05
	喇叭口~吐丝	0.085	46.85

表5 各种种植方式的产量结构 (1991年4500株/亩)

种植方式	株高 (cm)	穗位 (cm)	穗行 (行)	行粒数 (粒)	穗粒数 (粒)	千粒重 (g)	理论产量 (kg)
二比空	261.0	111.0	17.2	35.6	612.3	374.8	922.5
方型	262.6	112.9	16.8	34.7	583.0	341.5	896.0
清种	267.9	117.5	18.0	32.0	576.0	330.1	855.6

表6 产量分析 (1990年)

种植方式	区组			总和	平均	亩产 (kg)	位次	F检验
	A	B	C					
二比空	179.4	179.8	180.2	539.4	179.8	813.3	1	
方型	177.3	176.9	177.3	531.5	177.2	800.4	2	F <sub>0.01</sub> **
清种	174.6	174.6	174.2	523.4	174.5	709.3	3	F <sub>0.01</sub> **
总和	531.3	531.3	531.7	1594.3				

## 三、三种种植方式的产量结构

由表5得出:二比空的产量要素指标均

高于方型和清种,二比空的产量也高于方型和清种。由表6得出:1990年测产二比空亩产

高于方型和清种,且通过  $F_{0.01}$  显著性检验。

## 讨 论

一、从试验所测数据分析得出三种种植方式中,二比空种植方式的玉米群体受光态、通风条件及温度分布显著优于方型和清种。原因是二比空种植中空行小气候效应作用的结果。由于二比空的受光态、通风条件及温度分布都优越于方型和清种,致使二比空群体的光合能力有所增加,同化效率提高,玉米的源、流、库也能够协调一致,由此奠定了玉米高产的生理基础。

二、从理论上讲方型种植群体的受光态条件较好,但从试验结果分析中证明它不如二比空群体受光态好。原因是方型种植的行距较二比空窄,行间较密,枝叶相互遮荫远远高于二比空,并且通风条件亦不如二比空,理论产量结构要素中的各个指标也低于二比空。目前这方面的研究还不够深入。尚无定论,需进一步的研究,才能得出确定的结论。

三、玉米的适应范围虽然很广,然而并不

是所有的玉米种植区均可以获得高产,其中光、风、温度等气候条件都影响着玉米的光合作用、呼吸作用、生长、发育及源、流、库的运输等过程。目前虽然不能控制风速,但是通过适宜的种植方式调节玉米田间的群体结构,为其创造良好的空气流通条件及合理的生态环境,必将取得增产效果,这种种植方式就是比空栽培。经过分析得出的结果可以看出,比空栽培为获得高产创造了良好的生态环境——田间空行小气候效应,使得在同密度的情况下,二比空产量高于方型和清种。在实际生产实践中,依靠增加密度使二比空种植方式增产仍有很大潜力。

四、二比空种植方式使吸收的能量在群体各层次的分布优越于方型和清种,能量分布合理,从而提高了光合作用的能力。二比空种植方式使田间的风速有别于方型和清种,即通风较好。这样就使光合作用的原料——二氧化碳能够充分地供应,大大提高了二比空种植田间玉米的光合作用,为比空栽培的产量高于方型和清种提供了基础原料,使比空栽培的产量高于方型和清种。

# 热激在人参悬浮细胞培养中的作用研究

唐 巍 吴绛云

(东北农学院生物工程系)

**摘要** 人参悬浮细胞培养是人参细胞生产工业化的基础。热激处理的人参悬浮细胞,和对照相比,细胞生长速率加快,糖利用率提高,但活细胞率在培养前期略低。热激对培养细胞有刺激作用,能促进细胞分裂,影响细胞的生长发育。热激处理在研究人参悬浮培养细胞的生理生化性状、细胞分裂和提高细胞培养效率等方面具有重要的作用。

注:本研究为黑龙江省科委基金资助项目的一部分。