



姜帅,丁一佳.用日照时数变化的光合作用分析建立玉米动态模式量[J].黑龙江农业科学,2019(10):28-30.

用日照时数变化的光合作用分析建立玉米动态模式量

姜 帅¹,丁一佳²

(1.哈尔滨市气象技术装备中心,黑龙江 哈尔滨 150028; 2.黑龙江省农业科学院 农产品质量安全研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:粮食产量预报已成气象为农业服务的重要手段。利用最新的判断日照时间等科技手段对黑龙江省玉米产量做科学的分析预判,大大加强农业生产提前预判水平。本文从日照时数的光合作用的内在因素入手,分析了光强、温度、水分和二氧化碳4个变量对玉米产量形成过程的影响。全文通过对各种试验的分析,对玉米产量在热量条件满足的前提下产量预报将可获得明显效果。

关键词:日照时数;光合作用;产量预报;动态模式

黑龙江省是我国重要的粮食生产基地,也是“黄玉米”主要产地之一,产品深受国内外市场欢迎,颗粒饱满,粘性十足,是老百姓餐桌的首选佳品之一。但黑龙江省年际间玉米产量升降幅度很大,需及时作出准确的产量预报,为宏观决策提供依据。

产量的形成是通过叶绿素进行光合作用,在限制因子——温度的影响下,将 CO_2 和水合成干物质,积累在机体中的过程。2019年初,气象部门更新全省日照计,利用新型光照计用日照时数就可以有效的判断光合作用时间长短、温度变化等。有效提供了科学的数据支持。本试验在哈尔滨市民主乡黑龙江省现代农业示范区实验田进行,同一田块,在同一田间管理水平下采集数据,在千组温度、土壤水分、降水量、植株叶片干重增长量、每平方厘米叶面积的 CO_2 还原量和空气中的 CO_2 浓度等群体资料,和在人工气候箱(叶片封闭在叶室内)测得个体在不同光强、温度、水分组合的条件下的模拟实验数据,得出不同发育期的产量形成动态模式,试图从气象学,植物生理角度对产量预报的动态方法作进一步尝试。

1 材料与方法

1.1 材料

试验玉米品种为登海 605(购自种子市场)、

登海 628(购自种子市场)、黑玉 71(购自种子市场)。

试验仪器主要有气候养成箱(天津中环天仪 JDQH-001)、新一代日照光学仪(华云 GZ-100)、培养箱(上海运佳 RL042135LRH-80)、干燥箱(龙天 HWXT-9240A 电热恒温干燥箱)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 用改良的半叶法在三叶期、七叶期、抽雄期和灌溉期测定植株中层功能,间隔 3 h 测定每平方厘米叶面积干物质重的增长量,试验田观测同一时间天空总辐射、空气温度、地表 30 cm 的温度和含水量。

将整株玉米送入人工气候箱。用不同的光强($0\sim 33\text{ cd}\cdot(\text{cm}\cdot\text{h})^{-1}$)($10\sim 35\text{ }^\circ\text{C}$),适宜土壤含水量(占田间持水量 80%),以及用管路(经过不同碱石灰)控制进入叶室的空气 CO_2 的浓度($0\sim 460\text{ }\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$),组合成不同的生态条件,再用红外线、 CO_2 气体分析仪、光照数字式日照计测定玉米叶在光合作用中对 CO_2 的还原速度。叶室中心部分的温度是用半导体点温计测得。为防止阳光或人造光源直射叶室出现升温的现象,在叶室的向光面设计一个密封的夹层装置,中间充满 1 cm 的水层。

田间群体中所得数据为主,结合人控条件所得个体的数据,得出玉米产量形成的能量动态模式。

1.2.2 数据分析 试验数据采用 SPSS 16.0 分析软件进行数据处理分析。

收稿日期:2019-04-23

第一作者简介:姜帅(1981-),男,学士,助理工程师,从事农业气象研究。E-mail:wawa801002@163.com。

2 资料分析和动态模式建立

2.1 光合能力

田间群体与人工气候箱测得的盆栽个体玉米各叶序叶片的光合能力由上向下逐渐呈线性递减(图1)。用中层功能叶片的光合能力代表全株。

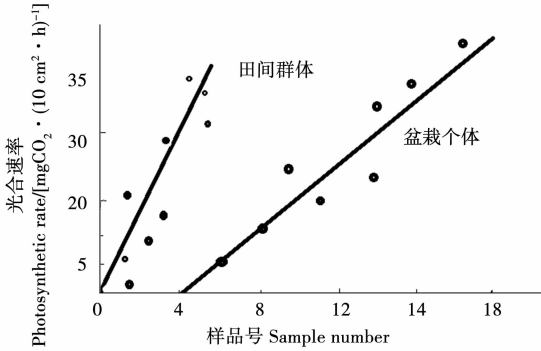


图1 光合速率与叶序变化相关图

Fig. 1 Relevant map of photosynthetic rate and leaf sequence change

2.2 干物质生成量

白天单位叶面积干物质生成量的动态模式为三叶期:

$$f_1(Q, T, R) = 1.74Q + 1.17T - 0.33R - 2.92 \quad (1)$$

七叶期:

$$f_1(Q, T, R) = 1.14Q + 1.033T - 2.5R - 2.2 \quad (2)$$

抽雄期:

$$f_1(Q, T, R) = 1.98Q + 0.7T - 3.5R - 1.5 \quad (3)$$

灌浆期:

$$f_1(Q, T, R) = 1.26Q + 0.63T - 4.7R - 0.9 \quad (4)$$

式中: $f_2(Q, T, R)$ 为 1 cm^2 叶面积, 每小时干物质生成量 ($10^{-4} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$); Q 为总辐射 [$\text{cd} \cdot (\text{cm} \cdot \text{h})^{-1}$]; T 为空气温度 ($^{\circ}\text{C}$);

R 为土壤含水量等级 [0(适水) = 土壤含水量占田间持水量 80% 以上(下同); 1(常水) = 70% ~ 80%; 2(缺水) = 50% ~ 70%; 3(干旱) < 50%]。

式(1) ~ (4) 温度在 $10 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 时适用, $> 30^{\circ}\text{C}$ 时 $f_2(Q, T, R)$ 值急剧减少。

玉米是 C_4 植物, 光合产量随光强增加呈线性递增, 在试验中没有测到光合作用的光饱和点, 所得数据多在光强 $< 1 \text{ cd} \cdot (\text{cm} \cdot \text{h})^{-1}$ 分条件下取得。

从对比式(1) ~ (4) 的系数可以推算出, 抽雄

期的光强对光合作用的作用比其他发育期大。三叶期温度对光合产量的促进作用最大。土壤含水量的制约作用与温度的促进作用相反, 以灌浆期为最大, 三叶期为最小。此结论正与黑龙江省“春旱不算旱, 秋旱扔一半”的经验一致。

夜间由于呼吸消耗, 单位叶面积每小时干物质消耗量与温度, 土壤含水量的动态模式为

七叶期:

$$f_2(T, R) = 0.02 - 0.052T \quad (5)$$

抽雄期:

$$f_2(T, R) = 0.6 - 0.106T + 0.97R \quad (6)$$

灌浆期:

$$f_2(T, R) = 1.345 - 0.16T \quad (7)$$

三叶期 $f_2(T, R)$ 值太小, 不能确切表达, 故略。上述试验因七叶和灌浆期对田间水分差异反映不明显, 式(5)和(7)中没有 R 项。式(5)~(7)的系数对比看出, 灌浆期的夜间温度对于干物质消耗量的影响最大。由此可见秋季日较差大的地区和年份有利于干物质积累。

2.3 叶面积增长速度

同一品种的叶面积增长速度受光照、温度、水、农业技术水平和出苗后的时间等条件所制约。在试验过程中, 光照、温度条件均能满足叶面积增长需要, 在农业水平一致的前提下, 叶面积增长主要受水分条件所制约。叶面积增长可用“S”型曲线表示, 即

$$S = \frac{K}{1 + M \cdot e^{-At}} \quad (8)$$

式中: S 为群体中平均单株叶面积 (cm^2); t 为出苗后的天数; K 为最大叶面积的极限值。

不同的降水量所对应的 A 、 M 、 K 值不一样。

2.4 CO_2 与光合作用

空气中的 CO_2 浓度是光合作用的基质。本文中测得的温度在 $10 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 范围内, 土壤含水量适宜的条件下, 空气中的 CO_2 浓度对光合作用的影响, 可用运算式(9)表示:

$$P = 0.0764\rho + 4.769 \times 1.0717T - 25.575 \quad (9)$$

式中: P 为 CO_2 还原速度 [$\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot (\text{cm}^2 \cdot \text{h})^{-1}$]; ρ 为输入叶室空气中的 CO_2 浓度 ($\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$);

T 为叶室中心温度。

如令 T 不变, 每增加 $100 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$, CO_2 还原速度增加 $7.64 \text{ mg} \cdot (\text{cm}^2 \cdot \text{h})^{-1}$ 。

当 $T = 20^{\circ}\text{C}$, 水分适宜的条件下, CO_2 浓度为 $400 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 比 $300 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$ 时玉米光合作用中的 CO_2 还原速度约增加 46% (表 1)。

表 1 2016-2018 年不同降水量
对应的 K、A、M 值比较
Table 1 Comparison of K, A and M values
corresponding to each precipitation star
in 2016 to 2018

年份 Years	拔节前(4~6 d) 降水量 Precipitation before jointing/ mm	K	A	M	品种 Varieties
2016	216	6036	0.104	1649	登海 605
2017	171	4850	0.338	70451068	海 628
2018	69	4560	0.125	759	黑玉 71

七叶期至抽穗期(7月下旬至8月中旬)拔节后,玉米植株进入旺盛生长阶段,叶片迅速增大,茎节间迅速生长,干物质迅速增加,由单纯的营养生长转为营养生长和生殖生长并进,是玉米需水量最多的时期。此期要求土壤湿度 80%左右,气温 25~26℃。期间民主乡试验田平均温度 27.3℃,较常年偏高 0.8℃,降水量 216 mm,较常年偏少 147 mm。满足了玉米拔节、抽雄期对水分的需求。气温偏高、降水量少,满足不了玉米孕穗、抽雄生育期的需求。所以要结合土壤地力情况科学施肥,坚持稳氮、补磷、增钾的原则,苗期及时进行中耕除草、灭茬,苗期、大喇叭口期和穗期进行 3 次追肥,为玉米丰产丰收奠定基础。

2.5 产量动态模式

玉米产量的动态模式可综合为

$$W = \frac{\Delta P}{C} \{ \sum_{tb0}^{th} f_1(Q, T, R) [S_1(Q, T, R, \epsilon, t) + 0.556 S_2(Q, T, R, \epsilon, t) - \sum_{th0}^{th} f_2(T, R) [S_1(Q, T, R, \epsilon, t) + 0.556 S_2(Q, T, R, \epsilon, t)] \}$$
 (10)

式中:W 为 42 m² 小区域内的单株平均生物产量(g);tb 和 tb0 为白天光合作用的起止时间;th 和 th0 为夜间吸呼的消耗起止时间;S₁(Q, T, R, ε, t) S₂(Q, T, R, ε, t) 为全株叶片面积和叶鞘面积的函数;ε 为农业生产水平。

用同一地块不同时间测得的叶面积(S)与叶鞘面积(S)代替 S₁(Q, T, R, ε, t) 与 S(Q, T, R, ε, t) 则式(10)可改写成:

$$W = \frac{\Delta P}{C} \{ \sum_{tb0}^{th} f_2(Q, T, R) [S + 0.556 S - \sum_{th0}^{th} f_2(T, R) [S + 0.556 S] \}$$
 (11)

式中:ΔP 为空气中 CO₂ 浓度对产量的影响;C 为光合产量占生物产量的百分比。

俄罗斯专家尼启波罗维奇认为,光合产量占

生物产量的 90%~95%,所以定 C=0.90~0.95。实际测得叶鞘与果穗包叶的表面积约占全株总表面积 10%左右;叶鞘与果穗包叶的光合能力约相当于同面积叶片的 0.556 倍,占全株光和能力 的 0.556×10%=0.055 6,再考虑气根、蓼、叶鞘的光合能力,则估计叶面的光合能力约占全株的 0.90~0.95,此系数与 C 值接近。现以叶面积代表全株的总面积,则可以把 C 值消去。因空气中 CO₂ 浓度增长缓慢,从对试验的影响分析,可设 ΔP=1 则(11)式 可为:

$$W = S \{ \sum_{tb0}^{th} f_1(Q, T, R) - \sum_{th0}^{th} f_2(T, R) \}$$
 (12)

以 2016 年和 2017 年的 Q, T, R 和试验最大叶面积拟合玉米产量,生物产量和实际产量的误差在-5%~5%。

表 2 2016-2018 年玉米产量
Table 2 Maize yield from 2016 to 2018

年份 Years	实产/(亿 kg) Actual production	理论产量/ (亿 kg) Theoretical yield	理论产量/实产 Theoretical output/actual output
2016	1000	1808	1.808
2017	1200	2000	1.666
2018	890	1506	1.750

数据来源于 www. <http://www.gdthj.com/> 中国玉米网。
Data from www. <http://www.gdthj.com/>.

因经济产量=生物产量×经济系数(d) (13)
所以得出公式:经济产量=d×A

利用此式可以进一步分析玉米的动态模式量。

3 结论

本文通过对黑龙江省近年来的玉米产量的增长情况,从日照的时长、日照的角度、总辐射、平均温度、土壤含水量等对玉米进行能量动态模拟。对玉米全生育期的某一时段的生物产量进行预测,再对照多年干物质增长曲线,为农业气象服务定量化发展提供借鉴。对病虫害,自然灾害等未涉及。且未细致考虑茎叶以外等器官的光合能力,故有很多局限性。

参考文献:

[1] 欧阳海,郑少忠. 农业气候学[M]. 北京:气象出版社,1990.
[2] 龚绍先. 粮食作物与气象[M]. 北京:北京农业大学出版社,1988.
[3] 刘文华. 玉米高产栽培技术措施[J]. 农村实用科技信息, 2013(6):11.
[4] 陈建忠,肖荷霞. 黑龙江流域气象生态因子对夏玉米穗粒数的影响[J]. 河北农业科学,2000(3):23-27.



车品高,陈艳芳,沈少华.低温处理对青蒜生长发育的影响[J].黑龙江农业科学,2019(10):31-33.

低温处理对青蒜生长发育的影响

车品高,陈艳芳,沈少华

(九江农业科学院,江西 九江 332101)

摘要:为促进青蒜提早上市,以大蒜品种一水早、二水早、阳峰紫皮蒜 1 号、阳峰紫皮蒜 2 号为材料,筛选后的大蒜瓣于 4℃低温下处理 28 d 后播种,研究了播前低温处理对大蒜出苗率、五叶期、七叶期及产量的影响。结果表明:低温处理可以明显缩短大蒜出苗时间,促进青蒜生长,提高青蒜产量,并达到提早上市的目的。

关键词:大蒜;青蒜;播前低温处理;提早出苗;促进生长

青蒜即蒜苗,是大蒜青绿色的幼苗,以其嫩的蒜叶和叶鞘供食用,性温味辛^[1]。九江地区历来有青蒜种植习惯。青蒜也以其鲜嫩的口感,独特的鲜香得到人们的喜爱,在九江具有较大的市场需求。大蒜依鳞茎外皮的色泽不同,可分为紫皮蒜和白皮蒜^[2]。阳峰紫皮为都昌地方特色品种,具有悠久的栽培历史,也是九江地区主要栽培品种之一,品种具有生长势强、耐寒、抗病、抗逆性强的特点。与之比较的一水早和二水早属叶薹兼用早熟品种,具有生长势强,苗期耐寒的特性,在九

江地区有较大面积的推广。低温处理可以改变蒜瓣内部的激素水平,特别是提高了 GA₃ 的水平,从而有利于打破大蒜休眠状态,促进萌芽,发根^[3]。试验通过选用在九江具有代表性的大蒜品种,来探究大蒜播前低温处理对青蒜生长发育的影响。

1 材料与方法

1.1 材料

供试大蒜品种有一水早、二水早(购自种子公司)、阳峰紫皮蒜(地方收集的品种),根据收集地点的不同将本地品种分别标记为阳峰紫皮蒜 1 号、阳峰紫皮蒜 2 号。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验地位于九江市柴桑区马回岭镇九江农业科学院试验地,黄壤土,肥力中等,

收稿日期:2019-04-20

基金项目:江西省现代农业科研协同创新专项经费(JXX-TCX2015005)。

第一作者简介:车品高(1991-),男,学士,农艺师,从事蔬菜科研工作。E-mail:352526772@qq.com。

[5] 崔力,王春玲,李改琴,等.濮阳市夏玉米产量与气象因子的关系分析[J].中国农学通报,2010(16):341-344.

[6] 陶磊,严俊霞,陈良富,等.太原盆地玉米和大豆光合作用日变化和光合光响应[J].安徽农业科学,2011(11):21-23.

Establishment of Photosynthesis Analysis with Variation of Sunshine Hours Dynamic Model Quantity of Maize

JIANG Shuai¹, DING Yi-jia²

(1. Harbin Meteorological Technology Equipment Center, Harbin 150028, China; 2. Institute of Agricultural Product Quality and Safety, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: Grain yield prediction has become an important means of meteorological services for agriculture. Using the latest scientific and technological means such as judging sunshine time to make a scientific analysis and prediction of maize yield in Heilongjiang Province, greatly enhancing the advance prediction level of agricultural production. Starting with the intrinsic factors of photosynthesis in sunshine hours, this paper analyzed the effects of light intensity, temperature, water and carbon dioxide on the yield formation process of maize, which resulted in significant differences in dry matter accumulation. On the premise of satisfying the heat condition, the yield forecast will get obvious effect.

Keywords: sunshine hours; photosynthesis; yield prediction; dynamic model