

三种向日葵单株产量估测方法的比较研究

乔春贵 李树强* 官万明 禹航 杨峰** 刘革军**

(吉林农业大学, 长春 130118)

提 要 本文根据两年三个点次的田间试验结果研究了数粒法、盘重法和盘径法对向日葵子实产量的预测效果。结果表明,三种方法建立的产量预测回归数学模型均有效、可靠。但在我国向日葵科研和生产实践中,以盘径法最为实用,建议推广应用。

关键词 向日葵;产量预测;数学模型

向日葵子实产量预测在理论研究和生产实践中都具有重要意义,特别是根据一些在田间易于测定的植株或群体性状指标建立产量预测的数学模型更具有实际意义。为此,国外学者曾提出根据田间群体特征预测向日葵子实产量的多元回归模型^(1~2),也有的学者看重根据葵盘重量预测向日葵单株子实产量的“盘重法”⁽³⁾。目前在我国向日葵生产实践中最常用的田间测产方法是计数葵盘种子粒数并根据百粒重估算单株产量的“数粒法”。前两种方法不适合于我国的生产实践情况;后一种方法操作起来费时不便。本试验拟建立根据盘径等易于观测的指标建立向日葵植株田间产量预测的数学模型,为我国向日葵生产实践中科学测产提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

本研究所用试验材料为参加本校品比试验和吉林省向日葵品种区域试验的品种(杂交种)20个。

1.2 试验方法

试验于1992~1993年在3个点次的向日葵育种试验田中进行。每个点次的品种比较试验和吉林省向日葵品种区域试验均采用随机区组设计,重复3次。一般自每个品种中随机取样40~50株。1992年在吉林农大向日葵品比和区试材料中取样494株;1993年在吉林农大向日葵品比和区试材料中取样474株;1993年在吉林省通榆农校向日葵品比材料中取样452株。实测每株子实产量 $Y(g)$ 、盘径 $D(cm)$ 、空心盘径 $E(cm)$ 、百粒重 (g) 、葵盘干重 $H(g)$ 和每盘粒数 N 。进而由这些性状估算出有效盘径 $F(cm)$ (即盘径中去掉空心直径后剩余部分, $F=D-E$)和有效盘径占盘径的百分率 $P(\%)$ 。另外,还由这些数据计算出衍化指标平方项、互作项和对数项。

1.3 统计分析方法

应用多元回归分析的方法建立上述预测指标与单株产量 Y 之间关系的数学模型。再对

收稿日期 1995-02-15

* 吉林省种子公司,长春 130062,

** 洮南市农业技术推广中心,洮南 137100。

每个点次的的数据结果分别用盘重法,数粒法和盘径法进行有关模型拟合分析。然后,采用同样方法对3个点次合并数据进行建模分析,以筛选出最简便实用的田间产量预测的数学模型和方法。所有统计分析均应用 Statistics 3.1 软件在本校 IBM 计算机上进行。

2 结果与讨论

2.1 各个点次的子实产量预测模型

应用多元逐步回归分析的方法,按数粒法、盘重法和盘径法分别建立每个点次单株子实产量 Y 关于预测指标的最优回归数学模型,结果列于表 1。总的来看,表 1 中所列各个最优回归数学模型比较令人满意。方程的决定系数 R^2 都比较高,一般在 85% 以上,最小的 R^2 也接近 83%。说明各回归方程中单株产量 Y 的大部分变异可由相应的预测指标(自变量)所决定。或者说,由这些方程中的自变量可以较为可靠地预测其依变量 Y ,可望预测值与实际值的符合率超过 83% 以上。回归关系的决定系数 R^2 都达到 1% 显著水平,各回归方程中的有关偏回归系数和回归截距大部分都达到 1% 或 5% 显著水平,个别的达到 10% 或 20% 的显著水平。因此,表 1 中所列回归方程在统计学意义上讲属最优方程,可在各点次向日葵生产实践中用以预测单株子实产量。说明数粒法、盘重法和盘径法都可以用于预测向日葵单株产量,不致因年份、地点和基因型的不同而影响模型的预测效果。从每种方法回归方程的决定系数 R^2 来看,其数值在不同点次间变化不大。而 3 种产量预测方法所建立回归方程的 R^2 值在三个点次均为:数粒法 > 盘重法 > 盘径法。尽管盘径法所建立的回归方程在不同点次间其预测指标(自变量)有所不同,但基本上都是空心直径 E 、盘径 D 、有效盘径 F 、有效盘径占盘径百分率 P 和百粒重 W 等指标及其衍生的交互、平方和对数项。

表 1 1992~1993 年 3 个点次的向日葵产量预测模型

点次	方法	数学模型及其显著性	决定系数
1992 年 吉林农大 (n=492)	数粒法	$Y = -98.1640^{**} + 0.063865^{**} \cdot N + 15.7300^{**} \cdot W$	$R^2 = 0.9357^{**}$
	盘重法	$Y = -2.7812^{**} + 0.84672^{**} \cdot H$	$R^2 = 0.8543^{**}$
	盘径法	$Y = 18.4781^{(*)} - 10.33001^{**} \cdot E + 0.66724^{**} \cdot E^2 + 1.12670^{**} \cdot D \cdot W - 0.56515^{**} \cdot W^2$	$R^2 = 0.8275^{**}$
1993 年 吉林农大 (n=474)	数粒法	$Y = 42.9220^{**} + 0.067946^{**} \cdot N + 6.1761^{**} \cdot W$	$R^2 = 0.9371^{**}$
	盘重法	$Y = -1.9031 + 0.65163^{**} \cdot H$	$R^2 = 0.9104^{**}$
	盘径法	$Y = 182.0700^{(*)} - 336.06000^{**} \cdot P + 15.16100^{**} \cdot F - 0.17041^{(*)} \cdot D^2 - 0.55713^{**} \cdot E \cdot W + 228.40000^{(*)} \cdot \log(P)$	$R^2 = 0.8876^{**}$
1993 年 通榆农校 (n=452)	数粒法	$Y = -73.3300^{**} + 0.071465^{**} \cdot N + 10.3650^{**} \cdot W$	$R^2 = 0.9239^{**}$
	盘重法	$Y = 4.7998^{(*)} + 0.68902^{**} \cdot H$	$R^2 = 0.8742^{**}$
	盘径法	$Y = -905.4900^{**} + 48.61600^{(*)} \cdot E + 912.15000^{**} \cdot P - 0.51250^{**} \cdot W - 885.40000^{**} \cdot \log(p) + 0.85056^{**} \cdot D \cdot W - 1.29660^{(*)} \cdot D \cdot E$	$R^2 = 0.8598^{**}$

注: ** , * , (*) 和 (+) 分别表示在 1% , 5% , 10% 和 20% 概率水平上显著。

2.2 三个点次合并资料的产量预测模型

把两年三个点次的的数据合并起来分别应用数粒法、盘重法和盘径法建立单株子实产量 Y 关于各预测指标的最优回归数学模型,结果列于表 2。从表 2 可见,这三种方法所建立回归方程的统计显著性及可靠程度等,与表 1 中未合并资料的分析结果非常类似。且回归方程的决定系数 R^2 值也是:数粒法 > 盘重法 > 盘径法。各回归方程的决定系数 R^2 值均超过

86%以上, R^2 及方程中各项系数都达到显著水平。说明这三种方法都可以较可靠地用于预测单株产量。

表 2 三个点次合并资料的向日葵产量预测模型($n=1418$)

方 法	数 学 模 型 及 其 显 著 性	决 定 系 数
数粒法	$Y = -62.5460^{**} + 0.073144^{**} \cdot N + 8.5060^{**} \cdot W$	$R^2 = 0.9416^{**}$
盘重法	$Y = -0.32134^{(+)} + 0.70928^{**} \cdot H$	$R^2 = 0.9127^{**}$
盘径法	$Y = -463.8000^{*} + 31.13330^{**} \cdot E - 0.90459^{*} \cdot E^2 - 0.38832^{*} \cdot D^2$ $+ 352.94000^{(+)} \cdot P + 12.26200^{*} \cdot F - 0.52364^{*} \cdot W^2$ $- 0.96199^{(+)} \cdot D \cdot W + 1.73890^{*} \cdot F \cdot W - 477.69000 \log(P)$	$R^2 = 0.8698^{**}$

注: **, *, (*)和(+)分别表示在1%, 5%, 10%和20%概率水平上显著。

2.3 最适产量预测模型的确定

由以上分析可知,表1中的回归数学模型可作为各个点次向日葵产量预测的理论依据,在该点次的生产实践中加以应用。表2中的数学模型应适用于不同环境条件。当然,都有待于进一步的试验加以补充和完善。这三种产量预测数学模型的通式可归纳为:

$$Y = a + bN + cW \quad \dots\dots\dots(1) \text{数粒法}$$

$$Y = a + bH \quad \dots\dots\dots(2) \text{盘重法}$$

$$Y = a + bD + cD^2 + dE + eE^2 + fF + gW + hW^2 + ip + jD \cdot W + kE \cdot W + lD \cdot E + mF \cdot W + n \log(P) \quad \dots\dots\dots(3) \text{盘径法}$$

Wendland等(1991)和Wade等(1988)曾提出根据群体株距变异幅度、缺苗断条和幼苗丛生程度等群体特征指标预测向日葵子实产量的数学模型。但因这些模型建立所依据的生态条件和种植制度与我国北方向日葵主产区不同,所以在我国没有实用价值。乔春贵等(1993)提出根据单株葵盘干重预测单株子实产量的盘重法并在实际应用中取得良好的拟合效果,回归方程的决定系数 R^2 高达97%以上。但就我国目前的向日葵生产情况来看,大部分向日葵面积在我国北方。向日葵植株在收获时其葵盘含水量相对较大,若应用盘重法则必须在取样后把葵盘烘干再根据葵盘干重预测子实产量,反而费时费工。目前我国向日葵生产实践中在收获前预测产量的普遍方法是随机选取一定数量的葵盘,计数每盘结实粒数,再根据该品种的百粒重估算出子实产量。这种方法行之有效,从本研究结果也可看出该法在所研究的3种方法中效果最好。然而这种方法的不足之处在于,计数每盘粒数仍然费时费工,不适用于大面积快速测产。我们在向日葵科研和生产实践中发现,在群体密度和品种一定时,向日葵子实产量主要取决于盘径的大小和盘径中间部分空心直径的大小。据此,我们提出了根据盘径、有效盘径等较易测定的植株性状及其派生指标预测葵盘子实产量的盘径法。结果表明,盘径法与数粒法和盘重法一样可以有效地应用于向日葵子实产量的预测。尽管这种方法的可靠性(R^2 值)较另两种方法略差,但 R^2 值已达极显著水平,且每个葵盘测量盘径和空心直径所用时间最短。因此,盘径法最为有效实用,应广泛加以应用。

在实践应用盘径法时,可先测量有关样株的盘径和空心直径并根据事先编制好的程序在计算机或计算器上计算出相应的有效盘径等数据,从而根据该品种的百粒重估算出子实产量,再根据群体密度预测出单位面积子实产量。由于这种方法取样对向日葵植株不构成破坏性,所以应用前景广泛。当然根据式(3)建立某个地产量预测数学模型时,所用资料的年份越多,模型的代表性越好。

3 小 结

- 3.1 本试验所研究的 3 种产量预测方法都能有效地预测向日葵子实产量。
- 3.2 三种方法的拟合程度以数粒法>盘重法>盘径法,但三者间在统计上差异不明显。
- 3.3 结合我国向日葵生产实践,以盘径法最为实用有效,建议在向日葵科研和生产实践中推广应用。

参 考 文 献

- 1 Wendland, B 等. 美国向日葵产量预测模型. 国外农学——向日葵. 1991, 2: 50-52
- 2 Wade, L J et al Effects of suboptimal plant density and non-uniformity in plant spacing on grain yield of rain-grown sunflower. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1988, 28: 617-622
- 3 乔春贵等. 向日葵苗期估产改良数学模型的研究. 中国油料. 1993, 3: 52-55

MATHEMATICAL MODELS FOR PREDICTING GRAIN YIELD OF SUNFLOWER IN THE FIELD

QIAO Chungui et al.

ABSTRACT

Field experiments were made to study the usefulness of 3 techniques for predicting grain yield in sunflower. Results showed that all were effective, but the mathematical model involving measurements of head diameter proved the most valuable in view of practical application at the present stage of sunflower production.

Key words: Sunflower, Mathematical model for predicting grain yield.