

旱地全膜双垄沟播栽培条件下玉米穗部性状的数量关系研究

赵凡, 金胜利*, 张光全, 火玉洁,
李桃, 汉小红

(甘肃省榆中县农业技术推广中心, 甘肃 榆中 730100)

摘要: 对在旱地全膜双垄沟播栽培条件下的47个玉米杂交种的穗部性状与单株产量及穗部性状之间的关系进行了相关和灰色关联度分析, 并对灰色关联度高且相关系数显著者进行了多类型回归曲线拟合, 并通过分析曲线方程的函数性质, 明确了在该技术模式下, 玉米穗部性状对产量的影响程度以及数量特征和关键点。提出了在纯旱地全膜双垄沟播栽培条件下高产玉米杂交种所具有的穗部性状为出籽率高, 千粒重适中, 穗粒数较多, 秃顶短的小籽粒中等穗型的品种。即协调的性状指标为出籽率在78%以上, 千粒重250g左右, 穗粒数560~580粒, 穗粗5cm左右, 穗行数18~20行, 秃顶低于1.4cm的品种为宜。用相应参数和曲线图来定量描述各相关性状之间以及与产量的关系更加精确和直观, 也能找出有生物学意义的关键点位置。

关键词: 全膜双垄沟播; 玉米; 穗部性状; 产量; 回归函数; 灰色关联分析; 旱地

中图分类号: S513.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)06-0079-07

玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术^[1]自2003年我们在榆中县清水驿乡杨河村农户张国泰家承包地首次试验成功以来, 因其大幅度提高了天然降水利用率和土壤接纳降水及保水的能力。增产效果显著, 较对照半膜平铺增产37.1%。玉米的耗水系数比露地和传统的半膜覆盖明显减少35.43%, 使旱作雨养农业区有限的水资源得到了高效利用^[2,3], 并且扩大了玉米的适宜栽培范围, 使一些原来不能种植玉米的地方也能种植玉米, 并成了当地的主栽作物。作为在旱作农田降水高效利用方面取得重大突破的技术, 已在甘肃省乃至其他省区大面积推广应用。随着推广面积的扩大, 品种的选择应用及进一步发挥该模式提高玉米产量的作用是玉米育种和栽培工作者需要解决的问题。

玉米产量是受多因素影响的, 其经济产量最终是自身的遗传基础与环境相适应的结果, 不同生态条件、栽培条件下, 玉米的性状特征不同。要获得高产就需要对其作深入了解。王有芳等进行玉米果穗性状的配合力分析, 认为果穗性状是构成产量的主要性状^[4]。玉米穗部性状和籽粒产量之间有着密切的联系。研究在不同生态条件、栽培条件下的这种关系对玉米的高产具有重要的意义。为了探讨在较典型的旱地条件下, 玉米全膜双垄沟播技术模式栽

培玉米的穗部性状与籽粒产量的数量关系及相互影响的趋势规律, 明确影响玉米产量的主导因素, 为玉米育种工作者以及旱作区推广应用该技术模式, 选用玉米品种时提供参考。2007年我们引进玉米杂交品种和杂交组合47个, 在地处甘肃中部干旱区的榆中县北部山区的中连川乡中连川村、鞑鞑窑村、兰州大学干旱室北山试验站(无人站)进行了全膜双垄沟播技术模式栽培试验, 测定其穗部性状和产量指标, 应用相关及灰色关联理论对二者关系进行分析, 并对灰色关联度高且相关系数显著者进行了多类型回归曲线拟合, 并通过分析曲线方程的函数性质, 以明确该技术模式下, 玉米穗部性状对产量的影响程度以及数量特征和关键点, 提出在纯旱地全膜双垄沟播栽培条件下高产玉米杂交种所具有的穗部性状。

1 材料与试验方法

1.1 试验区概况

试验区位于甘肃省榆中县北部黄土丘陵区(东经104°25', 北纬36°2'), 中连川乡中连川村、鞑鞑窑村及兰州大学干旱室北山试验站(无人站)。海拔2205~2444m。年降水量300~350mm, 由1999~2002年在中连川所测定的降水量数据计算得, 4a

收稿日期: 2011-04-02

基金项目: 农业部“旱作节水农业财政专项”[农财发(2003)11号]

作者简介: 赵凡(1963-), 男, 甘肃榆中人, 高级农艺师, 从事土壤肥料及旱作农业研究及推广工作。

*通讯作者: 金胜利(1964-), 男, 甘肃榆中人, 高级农艺师, 从事旱地集雨补灌技术示范推广

平均降水量为 311.3 mm, 水面年蒸发量 1 326 mm, 年均气温 6.5℃, 无霜期 105 d。气候上属半干旱类型。主要土壤类型为黑麻垆土与灰钙土。该区域为典型雨养农业区, 主要作物为春小麦、豌豆与马铃薯等, 一年一熟制。2004 年开始试验推广玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术。

1.2 试验方法

前茬作物均为小麦, 土壤肥力基础较好。玉米整个生育期间施纯氮 276 kg/hm²、有效磷 110 kg/hm²、有效钾 100 kg/hm²、优质有机肥 20 000 kg/hm²。采用随机区组设计, 重复 3 次。种植密度均为 44 625 株/hm²。小区面积 9.6 m² (1.2 m × 8 m)。起垄覆膜模式及田间管理按“旱地玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术”^[1]进行, 即按大垄宽 80 cm, 小垄宽 40 cm 大小垄种植。参与分析的材料为: 酒单 2 号、酒单 4 号、酒 688、沈单 16 号、中单 2 号、酒试 20、豫玉 22、金穗 3 号、金穗 7 号、金穗 8 号、金穗 9 号、新玉 4 号等 47 个杂交种。

1.3 调查测定项目及分析方法

生育期调查: 观察杂交种的各个生育时期, 记录时间。穗部性状调查: 吐丝期每小区选取生长一致的 5 株标记, 成熟时单独收获测单株产量并用作考种; 记录穗部各性状进行分析。

1.3.1 灰色关联度原理与方法^[5,6] 灰色关联分析方法, 是根据因素之间发展趋势的相似或相异程度, 亦即“灰色关联度”, 作为衡量因素间关联程度的一种方法。本文分别以各杂交种的单株产量数列作为参考数列, 其他性状为比较数列构建灰色分析系统, 得到各性状的等权关联度及位序(表 2)。

1.3.2 数据变换 设有 m 个子序列和一个母序列, 分别表述为: $\{X_1^{(0)}(t)\}$ 、 $\{X_2^{(0)}(t)\}$ 、 \dots 、 $\{X_m^{(0)}(t)\}$ 和 $\{X_0^{(0)}(t)\}$, 其中 $t = 1, 2, \dots, N$ 为序列的长度即数据个数, X 的上标⁽⁰⁾表示子序列和母序列均为未经任何处理的原始数据。由于子序列和母序列通常为不同种类的数据, 因此必须消除量纲后才能计算分析。本文原始数据变换采用标准化变换法。

1.3.3 计算关联度 经数据变换的母序列记为 $\{X_0^{(0)}(t)\}$, 子序列记为 $\{X_i^{(0)}(t)\}$ 。在时刻 $t = k$ 时母序列 $\{X_0^{(0)}(t)\}$ 与子序列 $\{X_i^{(0)}(t)\}$ 的关联系数可由下式计算:

$$r(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \xi \cdot \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

记 $r(x_0(k))$, $(x_i(k))$ 为 $r_{0i}(k)$, $r(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r(x_0(k)), (x_i(k)) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_{0i}(k)$ 满足灰色关联公理, 其中 ξ 为分辨系数, 其意义是削弱因最大绝对差数值太大引起的失真, 提高关联系数之间的差异显著性, 在本文计算中取 0.5。 $r(x_0, x_i)$ 为 x_0, x_i 的灰色关联度, 记为 r_{0i} 。并对相关系数显著, 灰关联度高者用 SPSS 16.0 系统进行多类型回归方程拟合, 选择决定系数最高, F 检验值的实际显著性水平即 P 值 < 0.05 者进行函数基本特征分析^[7], 可以得出两相关性状相互变化的趋势特征和生物学意义的关键点。

2 结果与分析

2.1 玉米杂交种穗部性状的相关及灰色关联分析

从表 1、表 2 看出, 穗部各性状对单株产量的关联度排序为: 出籽率 > 千粒重 > 行粒数 > 穗粒数 > 穗粗 > 穗行数 > 穗长 > 秃顶长。对单株产量的影响最大的为出籽率, 千粒重位居第二, 行粒数第三, 秃顶长最小, 但从相关系数来看其与单株产量、行粒数、千粒重、出籽率均呈极显著负相关, 故该性状对单株产量及其他性状的影响应值得重视。

2.2 玉米杂交种穗部性状对单株产量影响的回归函数分析^[7]

对相关系数显著(表 1), 灰关联度高者(表 2)进行多类型回归方程拟合, 8 个穗部性状中除穗行数, 穗长与单株产量的相关系数未达显著水平外, 其余各性状与单株产量拟合的模型函数有 3 种类型即 S 型曲线函数 $Y = e^{(a+b/x)}$, 二次函数 $Y = a + b_1X + b_2X^2$, 三次函数 $Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$ (图 1)。对函数方程求一阶导数并令一阶导数为零, 可求得 Y 极值点的 X 的解。对三次函数还可再求二阶导数, 令二阶导数为零时可求得函数曲线的拐点。S 型曲线函数 $Y = e^{(a+b/x)}$ 的导数为原函数, 令一阶导数为零求极值时无解, 方程无极值。方程为自变量闭区间上的单调增函数。对二次函数式求一阶导数: $\frac{dy}{dx} = b_1 + 2b_2x$, 并令一阶导数为零, 得到自变量 $x_0 = -\frac{b_1}{2b_2}$ 时因变量的极值 y_0 。对三次函数式求一阶导数: $\frac{dy}{dx} = b_1 + 2b_2x + 3b_3x^2$, 并令一阶导数为零, 得到两个极值点的 x 值。对原式求二阶导数: $\frac{d^2y}{dx^2} = 2b_2 + 6b_3x$, 令二阶导数为零: $x_0 = -\frac{b_2}{3b_3}$ 得到曲线

的拐点。式中自变量闭区间的上下限为观查值的最小值与最大值。

表 1 穗部性状及单株产量相关系数

Table 1 Correlation coefficient of ear characters and yield per plant

相关系数 Correlation coefficient	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	秃顶 Length of baldhead	穗行数 Number of rows per ear	行粒数 Number of grains per row	穗粒数 Number of grains per ear	千粒重 Weight per 1000-grains	出籽率 Fertility
穗长 Ear length								
穗粗 Ear diameter	0.24 *							
秃顶 Length of baldhead	0.15	0.1						
穗行数 Number of rows per ear	0.06	0.60 **	0.12					
行粒数 Number of grains per row	0.57 **	0.13	-0.33 **	-0.14				
穗粒数 Number of grains per ear	0.49 **	0.53 **	-0.17	0.59 **	0.71 **			
千粒重 Weight per 1000-grains	0	0.17	-0.48 **	-0.13	0.25 *	0.12		
出籽率 Fertility	-0.12	-0.02	-0.53 **	-0.03	0.37 **	0.28 *	0.70 **	
单株粒重 Grain weight per plant	0.21	0.35 **	-0.42 **	0.11	0.52 **	0.50 **	0.73 **	0.65 **

表 2 穗部性状与单株产量的灰色关联序

Table 2 Grey incidence order of ear characters and yield per plant

性状 Character	出籽率 Fertility	千粒重 Weight per 1000-grains	行粒数 Grain number per row	穗粒数 Grain number per ear	穗粗 Ear diameter	穗行数 Row number per ear	穗长 Ear length	秃顶 Length of baldhead
灰关联度 Grey incidence order	0.8143	0.8104	0.7684	0.7663	0.7515	0.7298	0.7293	0.6941

表 3 穗部性状模型函数分析结果

Table 3 Analysis results of ear character model function

自变量 Independent variable	因变量 Dependent variable	模型函数方程式 Equation of model function	决定系数 R^2 Determination coefficient	F 值 F value	P 值 P value	自变量区间 Interval of independent variables				因变量最大值与极值 Dependent variable		拐点值 Knee point value	
						下限 Lower limit		上限 Upper limit		最大值 Maximum	极值 Extreme value	X	Y
						观察值 Observed value	极值 Extreme value	观察值 Observed value	极值 Extreme value				
出籽率 Fertility	单株粒重 Grain wight per plant	$Y=e^{(6.345-110.68/x)}$	0.529	81.005	0.000	39.4	—	87.1	—	159.8	—	—	—
千粒重 Weight per 1000-grains	单株粒重 Grain wight per plant	$Y=68.836-0.884X+0.01X^2-2.19E-5X^3$	0.565	30.345	0.000	60	48.7	293	250.8	—	130.7	152.2	88.8
行粒数 Grain number per row	单株粒重 Grain wight per plant	$Y=e^{(6.542-56.913/x)}$	0.430	54.358	0.000	20.2	—	44.6	—	193.6	—	—	—
穗粒数 Grain number per ear	单株粒重 Grain wight per plant	$Y=e^{(5.929-571.861/x)}$	0.357	40.045	0.000	226.2	—	643	—	154.4	—	—	—
穗粗 Ear diameter	单株粒重 Grain wight per plant	$Y=e^{(6.747-9.014/x)}$	0.173	15.110	0.000	3.7	—	5.6	—	170.3	—	—	—
秃顶长 Length of bald head	单株粒重 Grain wight per plant	$Y=159.029-0.362X-3.945X^2$	0.345	9.226	0.001	0	-0.1	5.6	—	—	159	—	—

续表 3

穗长 Ear length	行粒数 Grain number per row	$Y=e^{(4.207-13.148/x)}$	0.368	41.969	0.000	12.4	—	23	—	37.9	—	—	—
穗长 Ear length	穗粒数 Grain number per ear	$Y=e^{(7.057-15.202/x)}$	0.313	32.790	0.000	12.4	—	23	—	599.5	—	—	—
穗粗 Ear diameter	穗行数 Row number per ear	$Y=41.858-14.597X+1.92X^2$	0.406	24.250	0.000	3.7	3.8	5.6	—	—	14.12*	—	—
穗粗 Ear diameter	穗长 Ear length	$Y=-29.465+19.771X-2.029X^2$	0.101	3.982	0.023	3.7	—	5.6	4.9	—	18.7	—	—
穗粗 Ear diameter	穗粒数 Grain number per ear	$Y=-1620.571+822.954X-77.686X^2$	0.316	16.364	0.000	3.7	—	5.6	5.3	—	559.1	—	—
穗行数 Row number per ear	穗粒数 Grain number per ear	$Y=-978.206+163.134X-4.286X^2$	0.401	23.753	0.000	11.2	—	20.4	19.0	—	574.1	—	—
行粒数 Grain number per row	穗粒数 Grain number per ear	$Y=e^{(7.132-29.416/x)}$	0.595	105.718	0.000	20.2	—	44.6	—	647.1	—	—	—
行粒数 Grain number per row	千粒重 Weight per 1000-grains	$Y=e^{(5.941-22.288/x)}$	0.115	9.357	0.003	20.2	—	44.6	—	230.7	—	—	—
行粒数 Grain number per row	出籽率 Fertility	$Y=e^{(4.710-14.323/x)}$	0.171	14.812	0.000	20.2	—	44.6	—	80.6	—	—	—
千粒重 Weight per 1000-grains	出籽率 Fertility	$Y=e^{(4.579-56.789/x)}$	0.572	96.243	0.000	60	—	293	—	80.3	—	—	—
穗粒数 Grain number per ear	出籽率 Fertility	$Y=e^{(4.501-117.192/x)}$	0.094	7.469	0.008	226.2	—	643	—	75.1	—	—	—
秃顶长 Length of baldhead	行粒数 Grain number per row	$Y=31.716+4.7X-2.142X^2+0.191X^3$	0.241	7.395	0.000	0	1.3	5.6	6.1	—	36.6	3.7	29.4
秃顶长 Length of baldhead	千粒重 Weight per 1000-grains	$Y=240.981-42.68X+15.301X^2-2.342X^3$	0.254	7.942	0.000	0	—	5.6	—	241	—	2.2	244.9
秃顶长 Length of baldhead	出籽率 Fertility	$Y=79.923-4.279X+0.513X^2-0.127X^3$	0.291	9.597	0.000	0	—	5.6	—	79.9	—	1.4	72.6

注：* 因变量的最大值与极值由自变量观察值与极值代入方程求得，其中除穗粗与穗行数方程因变量为极小值外，其余因变量均为极大值。

Note: The maximum and extreme values of dependent variables are acquired through those of independent variables being substituted into equations, among them the dependent variables are minimum values in the equation of ear diameter and row number, while the others are maximum values.

由表 1、图 1 可以看出各穗部性状中出籽率、行粒数、穗粒数、穗粗 4 个性状与单株籽粒产量曲线函数均为 S 型曲线，在自变量闭区间上无极值，只有最小与最大值，这说明此 4 个性状对单株籽粒产量的影响呈单边上升的正效应，即出籽率越高，行粒数、穗粒数越多，穗粗越粗时单株籽粒产量越高。其中出籽率与单株籽粒产量灰关联度最高，在全膜双垄栽培模式下应优先考虑出籽率高的杂交种，同时协调其他性状。

千粒重与单株籽粒产量呈三次函数曲线关系，在千粒重 $X=250.8\text{ g}$ 时单株籽粒产量有极大值 130.7 g ，即要提高单株籽粒产量，应选千粒重在 250 g 左右的品种为宜，并非越高越好。

秃顶长与单株籽粒产量呈二次函数曲线关系，为一开口向下的抛物线，当秃顶长 $x=0$ 时函数有最大值， $x>0$ 时随 x 的增大单株籽粒产量降低。即秃顶长越低单株籽粒产量越高。

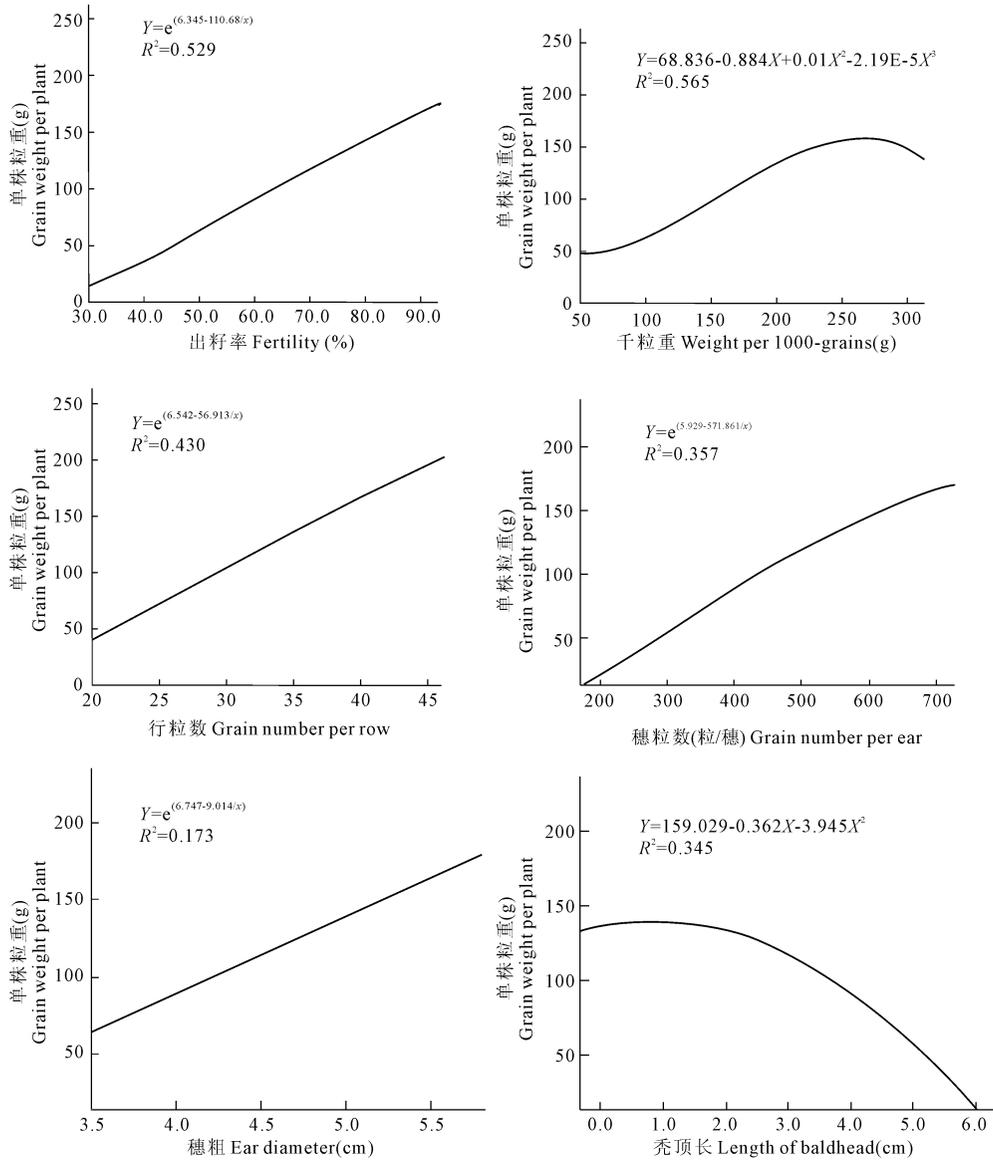


图 1 穗部性状与单株产量的回归函数曲线

Fig. 1 Regression function curve of ear characters and yield per plant

2.3 穗部性状之间的回归函数分析

玉米性状间是相互影响、协调发展的,过分的强调单一性状的强大是不现实的,可通过分析穗部性状之间的函数关系找出获得高产的协调性状指标。由表 2 可知,对单株产量的影响最大的为出籽率,而出籽率与穗粒数、行粒数、千粒重的函数关系也是呈单边上升的正效应 S 型曲线(图 2),在千粒重的极大值 250.8 g 时由方程解得出籽率为 77.6%。出籽率与秃顶长的关系是呈单边下降负效应的三次曲线,区间内秃顶长 $x=0$ 时出籽率最高,对曲线函数式求二阶导数得曲线的拐点在秃顶长 $X=1.35$ cm 处,即秃顶长小于 1.35 cm 时对出籽率影响不大,大于 1.35 cm 影响变大。即提高出籽率可通过提高穗粒数,行粒数,千粒重,降低秃顶长来实现。

千粒重对产量的影响仅次于出籽率,千粒重与秃顶长显著负相关,两者的关系为三次函数(图 2),在秃顶长 $X=0$ 处有最大值,曲线的拐点在 $X=2.18$ cm 处,当秃顶长在 0~2.18 cm 之间时千粒重下降不明显,大于 2.18 cm 时千粒重明显下降。行粒数与千粒重之间也正效应 S 型曲线,即行粒数增加的同时千粒重也同步提高。而行粒数与秃顶长之间呈三次函数关系(图 2),在秃顶长 $X=1.34$ cm 处行粒数的极大值为 36.6 粒。秃顶长大于 1.34 cm 时行粒数下降明显。说明降低秃顶长对提高行粒数和千粒重均有利。玉米秃顶长主要决定于气象条件的变化,是受环境影响的环境型性状,在水肥丰缺不受限制的高产栽培条件下,秃顶长对产量的影响可以不予考虑^[9],但在旱地全膜双垄栽培模式下秃顶

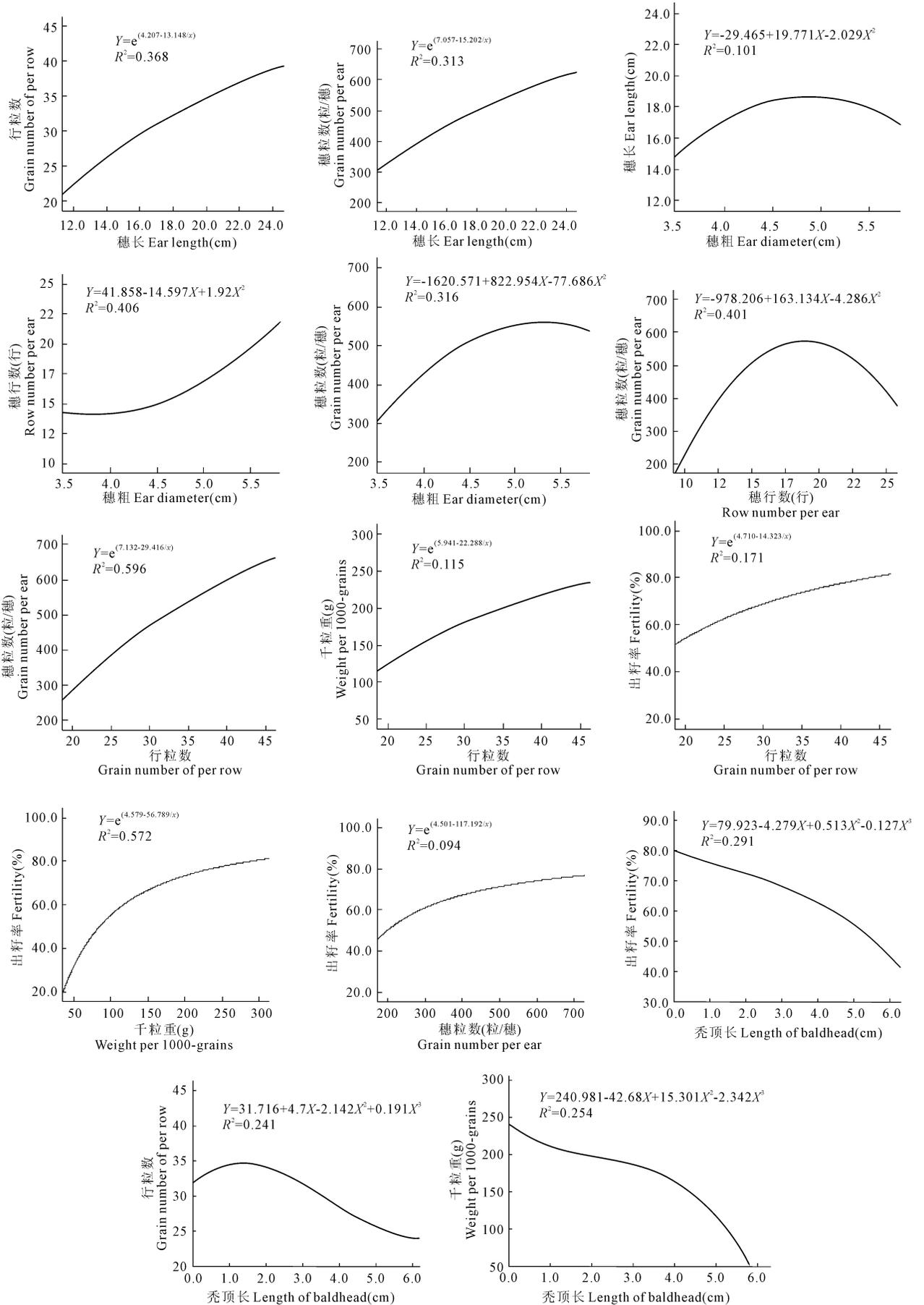


图 2 穗部性状之间的函数曲线

Fig.2 Function curve of ear characters

长对产量的影响不容忽视。秃顶长越小越好,不宜超过 1.4 cm,最大不超过 2 cm。

行粒数对产量的影响位于第三(表 2),行粒数与穗粒数,穗长之间也呈正效应 S 型曲线函数(图 2)。穗长越长则行粒数越多,行粒数增加则穗粒数同步增加。

穗粗与穗长呈二次函数曲线关系(图 2),在穗粗 $x=4.87$ cm 时穗长有极大值 18.7 cm,由穗长与行粒数的关系式可求得行粒数为 33.3 粒。说明在旱地水肥条件有限的情况下,穗长与穗粗同时增加是有限度的,单纯通过增加穗长来增加行粒数会影响穗粗。而穗粗对产量的影响大于穗长,且穗粗与穗行数、穗粒数呈正相关二次函数关系(图 2),对穗粗与穗粒数的函数求一阶导数并令其为零,得穗粗 $x=5.3$ cm 时,穗粒数有极大值 559 粒。穗粗与穗行数的函数曲线为开口向上的抛物线,穗粗增加穗行数随之同步增加。

穗行数与穗粒数呈二次函数关系(图 2),求一阶导数并令其为零,可得当穗行数 $x=19$ 时穗粒数有极大值 574 粒。对应的行粒数为 30 粒。

从对以上拟合函数的定量分析可知,从产量的角度看对呈单边上升的正效应关系(S 型曲线为主)的性状指标似乎取值越大越好,但是这些性状之间的影响有的呈二次函数或三次函数关系,函数有极值,并非越大越好,因此,根据各穗部性状对产量影响的灰关联顺序结果及对拟合函数求解的结果,结合其生物学意义,得出旱地全膜双垄沟播栽培模式下玉米杂交种选择的穗部性状度量的理想指标应以出籽率高,千粒重适中,穗粒数较多,秃顶长较短的小籽粒中等穗型为主。即出籽率在 78% 以上,千粒重 250 g 左右,行粒数在 30~37 粒,穗粒数 560~580 粒,穗粗 4.9~5.3 cm,穗行数 18~20 行,穗长 18.3~18.7 cm,秃顶长低于 1.4 cm 的品种为宜。这些为理想指标组合,完全符合指标的杂交种比例从本研究来看仅占参试品种的 2.13%,在实际应用时应以灰关联序从大到小的顺序优先考虑关联度高的指标,对关联度小的指标可适当放宽,这样可以扩大选择范围。

3 结论与讨论

玉米籽粒产量是一个受多基因控制的数量性状,产量是各性状的综合表现,是杂交种在一定条件下生长发育的综合体现。在以降水为唯一水分来源的旱地全膜双垄沟播模式栽培条件下选择品种与水肥不受限制的高产栽培条件下是不同的,应在水分

利用率最大化为前提条件的情况下,以求玉米高产。选择杂交种应选择出籽率高,千粒重适中,穗粒数较多,秃顶长较短的小籽粒中等穗型的品种。综合各穗部性状对产量影响的灰关联结果及拟合函数方程求解的结果得出杂交种高产的协调性状理想指标为出籽率在 78% 以上,千粒重 250 g 左右,行粒数在 30~37 粒,穗粒数 560~580 粒,穗粗 5 cm 左右,穗行数 18~20 行,穗长 18.3~18.7 cm,秃顶长低于 1.4 cm 的品种为宜。具备此穗部性状指标 4 个以上的品种在试验区旱地全膜双垄沟播模式栽培条件下可获得 $6\ 470\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 以上的产量,占参试品种的 12.8%。这在试验区属于中高产量水平,此结论与 2006 年玉米品比试验结果基本吻合^[8]。

本研究为使拟合函数更能代表相应总体的特征,选用的杂交种性状指标的范围较宽。用较大的样本(样本量较大,极差较大)代表相应总体来拟合相关性状的函数关系可适当消除抽样误差,使模拟函数更具代表性。

虽然灰关联度分析对数据量的要求不高,用较少的数据可以进行灰关联度分析,从他人研究结果^[9~12]来看其效果也很好,但对用较大的样本拟合成的函数数学模型进行定量分析,用相应参数和曲线图来定量描述各相关性状之间以及与产量的关系会更加精确和直观,也能找出关键点的位置,且与灰关联度分析结果并不矛盾,可作为选择栽培品种和育种工作的参考。从本例来看基本数据越多模型预测精度越高,是合乎数理统计学原理的。

参考文献:

- [1] 赵凡.旱地玉米全膜覆盖双垄面集雨沟播栽培技术[J].甘肃农业科技,2004,(11):23-24.
- [2] 赵凡.玉米双垄面集雨全膜覆盖技术优势及应用前景[J].耕作与栽培,2005,(6):62-63.
- [3] 赵凡.玉米双垄全膜模式土壤水分与降水的灰色关联分析及水分利用率研究[J].干旱地区农业研究,2009,27(1):89-94.
- [4] 王有芳,李少勇,王凌汉.玉米果穗性状的配合力分析[J].玉米科学,2003,11(2):37-40,65.
- [5] 陈士宾.农业系统工程[M].兰州:甘肃民族出版社,1990:324-349.
- [6] 邓聚龙.灰色系统基本方法[M].武汉:华中理工大学出版社,1987:17-30.
- [7] 北京农业大学.高等数学[M].北京:农业出版社,1978:37-110.
- [8] 张光全,金胜利,张立忠.双垄面全膜覆盖玉米品比试验结果初报[J].甘肃农业科技,2006,(8):23-24.
- [9] 连艳鲜,索江华.高产栽培条件下夏玉米穗部性状研究[J].中国农学通报,2010,26(8):142-145.

(下转第 96 页)

Effects of straw mulching and rolling on growth condition of triticale

HUANG Ting, DONG Zhao-rong, XIA Qi, MA Yun-cai, ZHANG Miao, ZHANG Cheng-li, LIU Pei-fa
(College of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

Abstract: With triticale as research material, the effects of five different ways of straw mulching and rolling on dry weight, plant height, leaf number, secondary root number of triticale in every growth stage were studied through a set of determinations of its physiological indices. The results show that the growth conditions of triticale in five treatments were in a order of $A^4 > A^3 > A > A^1 > A^5$. And the growth condition in treatment A^4 was significantly better than in other treatments. The treatment of ploughing and rolling following straw mulching before sowing had the greatest impact on the growth of triticale, being most conducive to the growth of triticale. Straw mulching and rolling had significant effects on triticale growth status, such as plant height, fresh weight, root length and root number, thus obviously promoting the growth and and yield of triticale.

Keywords: triticale; growth condition; straw mulching; rolling

(上接第 85 页)

[10] 唐海涛,张 彪,林 勇,等.玉米杂交种主要农艺性状的灰色关联分析[J].湖南农业大学学报,2007,33(8):109-114.

要农艺性状的关联度分析[J].玉米科学,2007,15(1):48-52.

[11] 唐海涛,林 勇,叶国成,等.四川省玉米杂交种综合评价及主

[12] 唐海涛,张 彪,林 勇,等.玉米杂交种主要农艺性状的灰色关联分析[J].湖南农业大学学报,2007,33(8):109-114.

Study on ear characters of corn in film mulching on dubble-ridge plus furrow in dryland

ZHAO Fan, JIN Sheng-li*, ZHANG Guang-quan, HUO Yu-jie,
LI Tao, HAN Xiao-hong
(Yuzhong Agro-technique Extension Center, Yuzhong, Gansu 730100, China)

Abstract: Analysis was made of correlation and grey incidence order between ear characters and yield per plant of 47 hybrid corn varieties in film mulching on dubble-ridge plus furrow in dryland, and regression curve fitting was also made of those with high grey correlation degree and significant correlation coefficients, so as to find out the degree of influence of ear characters on corn yield. The results showed that, in this kind of cultivation mode, the high yielding hybrid corn had such ear characters as high, moderate 1000-grain weight, large number of grains per ear, short baldhead, small grain size and moderate ear size. The suitable coordinated indices of ear characters were 78% fertility, 250 g of 1000-grain weight, 560~580 grains per ear, 5cm of ear diameter, 18~20 rows of grains per ear and less than 1.4 cm of baldhead. It is very accurate and visual to describe quantitatively the correlation between different indicators of ear characters and their relationship with corn yield with corresponding parameters and curves, meanwhile the biological key points can also be found in this way.

Keywords: film mulching on dulbel-ridge plus furrow; corn; ear character; yield; regression function; grey correlation degree analysis; dryland