

饲料大麦凤 03-39 主要产量构成因子与产量的相关分析和通径分析

蔡秋华¹ 官崇圭² 杨俊青¹ 刘帆¹ 李国强¹ 李江¹ 张睿¹ 王艳¹ 严绍萍¹

(¹ 云南省大理白族自治州农业科学推广研究院,大理 671005; ² 巍山彝族回族自治县农业技术推广站,云南巍山 672400)

摘要:为了进一步探究饲料大麦凤 03-39 的高产潜力和途径,通过设置 2 年多点试验,对凤 03-39 基本苗、最高茎蘖数、有效穗数、穗实粒数、千粒重、株高、产量等性状进行了相关性分析和通径分析。相关性分析结果表明:与凤 03-39 产量相关性最大的 2 个因子是有效穗数和最高茎蘖数,相关系数分别为 $r_{3y}=0.790$ 、 $r_{2y}=0.659$,均达到了极显著水平。通径分析表明:有效穗数和穗实粒数对产量的直接作用较大,通径系数(直接作用)分别为: $P_{3y}=1.234$ 、 $P_{4y}=0.674$ 。因此,凤 03-39 的推广应用以及高产创建时要做到适期播种、合理密植,确保苗齐苗壮;及时灌溉,适时、适量施入基肥和分蘖肥,保证分蘖力,增加有效穗数,进而提高成穗率。此外,还应注意避免个体(穗实粒数)对群体(有效穗数)的限制,为实现高产奠定基础。

关键词:凤 03-39;产量构成因子;相关性分析;通径分析

凤 03-39 是大理州农业科学推广研究院粮作所采用系统育种方法选育的饲料大麦新品种,2013 年通过云南省大麦品种登记,2019 年入选云南省大麦主导品种。该品种具有高产、稳产,抗条纹病、网斑病、条锈病和叶锈病,抗旱耐寒,适应性广,熟相好,粮草双高等优良特性,在大理州的多个县及云南省大麦主产区具有较好的应用前景^[1]。有研究表明,大麦不同遗传特性、生态条件和栽培管理措施等相互作用影响了品种的群体结构和产量构成因素,进而决定了大麦产量^[2-3]。建立合理的群体结构,协调发展产量构成因素是实现大麦高产的关键。

产量是育种研究的主要目标之一,大麦产量与有效穗数、小穗数、单株粒重、穗实粒数、茎蘖总数、株高、穗长、千粒重、基本苗、生育期等性状之间存在着复杂的相关关系^[4-7]。不同的高产品种,其产量构成因子对产量的贡献以及相关程度也不尽相同;而同一品种在不同的生态条件和栽培措施下,其产量水平也有很大差异^[8]。刘帆等^[9]研究认为有效穗数对啤酒大麦凤大麦 7 号的产量贡献较大,穗实粒数次之,而最高茎蘖数和千粒重对产量则表现为负值。赵加涛^[8]对保大麦 14 号分析发现有效穗数与产量关系最密切,高产栽培需要协调好有效穗数、穗实粒数、千粒重三者的关系。郜战宁等^[10]通过对河南省

13 个啤酒大麦品种(系)分析发现有效穗数与产量呈极显著正相关,穗粒数与产量呈正相关,株高与产量呈负相关。明确产量构成因素与产量及其间的相互关系,对于制定大麦高产栽培措施作用重大,以便在栽培上对产量构成因素进行合理调控,从而在生产上采取有效措施提高大麦产量。为了进一步研究各性状与产量的相关性,本试验通过对大理州农科院粮作所选育的饲料大麦品种凤 03-39 的 6 个产量构成性状进行分析,旨在探究其合理的高产结构和增产途径,在农业生产过程中采取适宜的栽培措施,促进并协调好相关性状的生长发育,实现高产、超高产目标。

1 材料与方法

1.1 试验材料和试验基本情况 材料为饲料大麦品种凤 03-39。采集 2011-2013 年度大理州大麦品种区域试验 6 个试点共 2 年的试验数据。试验点的设置包含了大理州不同自然生态环境、气候类型和栽培条件。海拔范围为 1260~2200m。

1.2 试验方法 试验均采用随机区组排列,重复 3 次,小区面积 10m²,四周设置保护行。选择当地大麦最佳节令播种,田间管理及肥水调控措施略高于当地大田水平,生育期间防虫不防病。数据处理采用 Excel 2007 和 SPSS 20.0 软件进行统计检验,计

算凤 03-39 的产量构成 6 因素(基本苗 x_1 、最高茎蘖数 x_2 、有效穗数 x_3 、穗实粒数 x_4 、千粒重 x_5 、株高 x_6)的变异系数、相关系数和通径系数,构建各产量因素与产量的多元回归方程,分析其对产量的影响及互作效应。

2 结果与分析

2.1 产量及产量构成因子的田间表现 凤 03-39 产量及各因子 2 年 6 个试点的性状表现见表 1。每

667m² 基本苗为 10.4 万~19.2 万,平均为 16.6 万;最高茎蘖数 49.7 万~95.3 万,平均为 65.5 万;有效穗数 29.0 万~65.9 万,平均为 41.0 万;成穗率为 62.72%;穗实粒数 30.8~47.8 粒,平均为 39.5 粒;千粒重 28.5~39.4g,平均为 33.5g;株高 63~99cm,平均为 82.8cm;产量 318.9~688.9kg,平均为 501.0kg。可见,凤 03-39 是一个穗实粒数多、株高适中、高产、增产潜力大的品种。

表 1 凤 03-39 产量及产量构成因子性状表现

试验地点	年份 (年)	基本苗 (万/667m ²)	最高茎蘖数 (万/667m ²)	有效穗数 (万/667m ²)	穗实粒数	千粒重 (g)	株高 (cm)	产量 (kg/667m ²)
大理	2011-2012	17.8	78.3	35.3	43.4	37.4	90	463.1
	2012-2013	19.2	95.3	39.5	47.8	39.4	91	627.7
鹤庆	2011-2012	10.4	66.1	44.4	43.1	34.9	92	649.6
	2012-2013	18.4	64.0	55.5	36.2	29.4	83	614.5
祥云	2011-2012	14.4	49.7	29.3	45.9	31.6	68	379.6
	2012-2013	17.0	50.3	39.1	34.5	32.5	79	472.0
弥渡	2011-2012	15.7	57.8	29.0	47.0	32.1	99	422.4
	2012-2013	16.0	63.5	29.5	44.0	37.4	91	413.5
巍山	2011-2012	17.1	53.3	34.6	33.0	28.5	63	318.9
	2012-2013	16.2	62.6	32.6	37.0	33.5	70	414.7
云龙	2011-2012	18.4	84.3	65.9	30.8	34.5	77	688.9
	2012-2013	18.0	61.2	57.3	31.2	31.0	90.2	546.7

2.2 产量与产量构成因子的变异性分析 产量及产量构成因子变异系数大小顺序为:有效穗数>产量>最高茎蘖数>穗实粒数>基本苗>株高>千粒重(表 2)。结果说明有效穗数、产量、最高茎蘖数受栽培环境的影响最大,穗实粒数、基本苗、株高次之,千粒重受环境的影响最小。

表 2 凤 03-39 产量及各因素变异系数

指标	平均值	标准差	变异系数 (%)
基本苗 x_1 (万/667m ²)	16.55	2.37	14.30
最高茎蘖数 x_2 (万/667m ²)	65.53	13.91	21.22
有效穗数 x_3 (万/667m ²)	41.00	12.32	30.06
穗实粒数 x_4 (粒)	39.49	6.35	16.08
千粒重 x_5 (g)	33.52	3.34	9.97
株高 x_6 (cm)	82.77	11.33	13.68
产量 y (kg/667m ²)	500.97	120.56	24.06

2.3 产量与产量构成因子的相关性分析 由表 3 可知,各因素与产量(y)的简单相关系数除穗实粒数(x_4)为负值外,其余均为正值,分别为: $r_{1y}=0.093$, $r_{2y}=0.659$, $r_{3y}=0.790$, $r_{4y}=-0.138$, $r_{5y}=0.306$, $r_{6y}=0.401$ 。相关系数(绝对值)大小依次为:有效穗数(x_3)>最高茎蘖数(x_2)>株高(x_6)>千粒重(x_5)>穗实粒数(x_4)>基本苗(x_1),除穗实粒数与产量呈较小的负相关外,其他性状与产量呈正相关性。其中,各因子与产量之间:有效穗数、最高茎蘖数与产量呈极显著正相关性;各因子之间:有效穗数与穗实粒数呈极显著负相关,最高茎蘖数与千粒重呈极显著正相关,穗实粒数与千粒重呈显著正相关。值得注意的是,最高茎蘖数、有效穗数等反映群体的性状与穗实粒数、千粒重等反映植株个体的性状间存在相互制约或相互促进的关系,说明凤 03-39 的群体与植株个体之间相互影响,高产栽培措施应通过构建合理群体,处理好群体与个体间的矛盾,才能达到稳产、高产的目的。

表3 相关系数及显著检验结果

指标	变量	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
Pearson 相关性	y	1.000	0.093	0.659**	0.790**	-0.138	0.306	0.401
	x1	0.093	1.000	0.404	0.326	-0.345	0.028	-0.068
	x2	0.659**	0.404	1.000	0.367	0.176	0.727**	0.364
	x3	0.790**	0.326	0.367	1.000	-0.658**	-0.162	0.054
	x4	-0.138	-0.345	0.176	-0.658**	1.000	0.545*	0.456
	x5	0.306	0.028	0.727**	-0.162	0.545*	1.000	0.491
	x6	0.401	-0.068	0.364	0.054	0.456	0.491	1.000
Sig. (单侧)	y		0.387	0.010	0.001	0.334	0.167	0.098
	x1	0.387		0.097	0.150	0.136	0.465	0.417
	x2	0.010	0.097		0.120	0.292	0.004	0.123
	x3	0.001	0.150	0.120		0.010	0.307	0.434
	x4	0.334	0.136	0.292	0.010		0.033	0.068
	x5	0.167	0.465	0.004	0.307	0.033		0.052
	x6	0.098	0.417	0.123	0.434	0.068	0.052	

*表示 0.05 水平下差异显著; **表示 0.01 水平下差异显著。下同

偏相关分析是指当 2 个变量同时与第 3 个变量相关时,将第 3 个变量的影响剔除,只分析另外 2 个变量之间相关程度的过程^[12]。偏相关分析结果显示(表 4),产量与有效穗数(x3)的偏相关系数最大;其次是穗实粒数(x4);产量与最高茎蘖数(x2)、千粒重(x5)、株高(x6)的偏相关系数较小;产量(y)与基本苗(x1)的偏相关系数表现为负值。结果表明,剔除其他因素的影响,有效穗数和穗实粒数对凤 03-39 的影响较大,在高产创建中,应重点关注这 2 个因素。

表4 偏相关系数

产量性状	偏相关	t	P
R(y, x1)	-0.4775	1.2153	0.2785
R(y, x2)	0.2309	0.5307	0.6183
R(y, x3)	0.8506*	3.6178	0.0153
R(y, x4)	0.5119	1.3324	0.2402
R(y, x5)	0.2287	0.5253	0.6219
R(y, x6)	0.0879	0.1973	0.8514

t 为对回归系数的显著性检验, P 为 0.05 的显著性水平。下同

2.4 对因变量 y 实施正态性检验 正态性检验用于检验数据是否符合正态分布。Kolmogorov-Smirnov 适用于大样本的检测,而 Shapiro-Wilk 适用于小样本的检验^[13]。本研究 n=12 属于小样本(表 5),因此对因变量 y 进行正态性检验后利用

Shapiro-Wilk 的输出结果。Shapiro-Wilk 统计量 0.932,显著水平 Sig.=0.406 > 0.05,所以因变量 y 服从正态分布,即 y 是正态变量,可以进行回归分析。

表5 正态性检验输出结果

变量	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	P	Statistic	df	P
y	0.178	12	0.200*	0.932	12	0.406

a: Lilliefors 显著水平修正; Statistic: 统计量; df: 自由度

2.5 产量与产量构成因子的逐步回归分析 回归分析结果见表 6~8。由表 6 可知,回归方程的相关系数 R 和决策系数 R² 随着产量构成因子被逐步引入方程而逐渐增大,说明引入的产量构成因子对产量的作用在增加。决定系数 R²=0.882,而剩余因子 $e = \sqrt{1-R^2} = 0.34351$,该值较大,说明对凤 03-39 产量有影响的自变量不仅有有效穗数(x3)、穗实粒数(x4)这 2 个因子,还有一些影响较大的因素没有考虑到,有待今后进一步研究。

表6 模型汇总^c

模型	R	R ²	调整 R ²	标准估计的误差
1	0.790 ^a	0.625	0.587	77.46520
2	0.939 ^b	0.882	0.856	45.74499

a: 预测变量: 常量, 有效穗数(x3); b: 预测变量: 常量, 有效穗数(x3)、穗实粒数(x4); c: 因变量: y; R 为回归方程的相关系数; R² 为决策系数

表7可得回归方程为:

$$y = -499.698 + 12.075x_3 + 12.802x_4$$

显著性检验结果表明,有效穗数(x_3)、穗实粒数(x_4)的偏回归系数的显著性检验均小于0.05,说明有效穗数(x_3)、穗实粒数(x_4)与产量(y)之间存在显著性差异,建立的回归方程有统计学意义。当2个自变量中的1个取值固定在试验范围内某一水平时,有效穗数(x_3)每增加1万穗,产量(y)增加12.075kg;穗实粒数(x_4)每增加1粒,产量(y)增加12.802kg。

表7 回归系数输出结果^a

模型		非标准化系数		标准系数 (试用版)	t	P
		Betain	标准误差			
1	常量	183.969	80.861		2.275	0.046
	x_3	7.732	1.895	0.790	4.079	0.002
2	常量	-499.698	161.352		-3.097	0.013
	x_3	12.075	1.487	1.234	8.120	0.000
	x_4	12.802	2.886	0.674	4.436	0.002

a: 因变量 y ; Betain: 回归系数

表8 已排除的变量^c

模型		Betain	t	P	偏相关	共线性统计量		
						容差	VIF	最小容差
1	x_1	-0.185 ^a	-0.893	0.395	-0.285	0.893	1.119	0.893
	x_2	0.426 ^a	2.548	0.031	0.647	0.865	1.156	0.865
	x_4	0.674 ^a	4.436	0.002	0.828	0.566	1.765	0.566
	x_5	0.446 ^a	3.095	0.013	0.718	0.974	1.027	0.974
	x_6	0.360 ^a	2.172	0.058	0.586	0.997	1.003	0.997
2	x_1	-0.090 ^b	-0.708	0.499	-0.243	0.863	1.158	0.547
	x_2	0.156 ^b	1.023	0.336	0.340	0.557	1.796	0.325
	x_5	0.219 ^b	1.665	0.135	0.507	0.635	1.575	0.369
	x_6	0.048 ^b	0.297	0.774	0.105	0.570	1.755	0.324

a: 模型中的预测变量: 常量, 有效穗数(x_3); b: 模型中的预测变量: 常量, 有效穗数(x_3)、穗实粒数(x_4); c: 因变量: y ; VIF: 方差膨胀因子

公式:

简单相关系数(r_{iy})= x_i 与 y 的直接途径系数(P_{iy}) + 所有 x_i 与 y 的间接途径系数 (1)

x_i 与 y 的间接途径系数 = 相关系数(r_{ij})途径系数(P_{jy}) (2)

由公式(1)可以计算出 x_3 、 x_4 与 y 的简单相关系数:

$$r_{3y} = P_{3y} + X_{3y} = P_{3y} + r_{34}P_{4y} = 1.234 + (-0.658 \times 0.674) = 0.790$$

$$r_{4y} = P_{4y} + X_{4y} = P_{4y} + r_{43}P_{3y} = 0.674 + (-0.658 \times 1.234) = -0.138 \text{ (结果与表4一致)}$$

其他产量构成因子,即基本苗(x_1)、最高茎蘖数(x_2)、千粒重(x_5)和株高(x_6)等对产量的贡献不明显,所以未被引入回归方程中而被排除(表8)。

2.6 产量与产量构成因子的通径系数分析 通径分析是简单相关分析的继续,在多元回归的基础上将相关系数加以分解,通过直接途径、间接途径及总通径系数分别表示某一变量对因变量的直接作用效果、通过其他变量对因变量的间接作用效果和综合作用效果^[14]。因此,建立在通径系数概念之上的通径分析,比相关分析和回归分析更为精确,同时能考虑到两两(原因)对结果的影响,使多变量资料的统计分析更为合理^[15]。

由表7可知,基于回归分析的结果,得出有效穗数(x_3)、穗实粒数(x_4)对产量(y)的通径系数(直接作用)分别为: $P_{3y}=1.234$ 、 $P_{4y}=0.674$ 。结果表明,有效穗数对产量的直接作用最大,穗实粒数的直接作用最小,其他产量构成因子对产量的作用不明显,已在回归分析阶段被排除,而未列入通径分析中。

由公式(2)可以计算出 x_3 、 x_4 与 y 的间接通径系数:

$$x_{3y} = r_{34}P_{4y} = -0.658 \times 0.674 = -0.443$$

$$x_{4y} = r_{43}P_{3y} = -0.658 \times 1.234 = -0.812$$

通过分析间接通径系数发现(表9),有效穗数(x_3)通过穗实粒数(x_4)对产量(y)的间接负作用仅为-0.443,但有效穗数对产量的直接作用较大($P_{3y}=1.234$),从而使有效穗数(x_3)对产量(y)的影响较大,其简单相关系数 r_{3y} 达到了0.790;穗实粒数(x_4)通过有效穗数(x_3)对产量(y)的间接负作用较大,其间接通径系数达-0.812,但穗实粒数(x_4)对

产量(y)的直接作用较小($P_{4y}=0.674$),从而穗实粒数(x_4)对产量(y)的影响较小,二者的简单相关系数 r_{4y} 仅为 -0.138 。另外,产量构成因子之间相关性分析发现,有效穗数(x_3)和穗实粒数(x_4)呈极显著负相关关系, r_{34} 达到 -0.658 (表3)。因此,协调好有效穗数(x_3)和穗实粒数(x_4)二者之间的关系对凤03-39的增产意义较大,结论与前人研究结果^[16]一致。从结果看来,在生产中应尽可能地提高有效穗的数量,避免穗实粒数对产量的负面作用,才能保证凤03-39达到高产。

表9 简单相关系数的分解

产量构成因子	与产量 y 的简单相关系数	通径系数(直接作用)	间接通径系数(间接作用)		
			x_3	x_4	合计
x_3	0.790	1.234	-	-0.443	-0.443
x_4	-0.138	0.674	-0.812	-	-0.812

3 结论与讨论

通过分析发现,凤03-39产量构成因子的变异系数、相关性、回归分析和通径分析的结果不完全一致。在变异系数分析中,其大小顺序为:有效穗数>最高茎蘖数>穗实粒数>基本苗>株高>千粒重;相关性分析中,与产量相关程度大小依次为:有效穗数>最高茎蘖数>株高>千粒重>穗实粒数>基本苗;回归分析中,经过逐步回归分析、显著性检验,筛选出有效穗数(x_3)和穗实粒数(x_4)2个主要产量影响因子,建立最优拟合模型为: $y=-499.698+12.075x_3+12.802x_4$;通径分析中,基于回归分析计算出二者对产量的影响大小依次为:有效穗数>穗实粒数。多种分析方法证明凤03-39产量构成因子中有效穗数与产量的关系最为密切,提高有效穗数是获得高产的关键,这与前人研究结果^[8-10]一致。穗实粒数对产量的直接作用仅次于有效穗数呈正效应,穗实粒数通过有效穗数对产量有负向间接效应,应对其进行合理控制,与杨金华等^[11]、陈霞^[17]、徐建龙等^[18]研究结果一致,与赵加涛^[8]、郜战宁等^[10]的研究结果略有差异。推测可能由于凤03-39属于多棱大麦,每穗实粒数在30.8~47.8粒之间,对于本品种适应性而言已经达到了当地最高水平,若再盲目追高恐因茎秆无法承受造成倒伏而影响产量。最高茎蘖数对产量的直接作用为正值,其他产量构成因子(基本苗、千粒重、株高)对产量的直接作用不大。因此,凤03-39的高产栽培技术应

注意协调好有效穗数、最高茎蘖数与穗实粒数三者的关系,重点关注有效穗的数量,通过适当的基本苗数量来合理提高最高茎蘖数从而增加有效穗数,避免穗实粒数盲目追高,协调好群体与个体之间的关系,是获得高产栽培的前提。

生产中,凤03-39高产高效栽培技术应把握好以下几点:一是选择肥力中上等的田地,掌握土壤墒情适时播种,合理密植,确保苗齐、全、匀、壮,防止苗弱和预防后期倒伏,培育壮苗是关键;二是及时灌好出苗、拔节、孕穗抽穗和灌浆水,增施有机肥、重施基种肥、适施分蘖肥,保证分蘖力,提高有效穗数;三是做好田间管理,因有效穗数和穗实粒数相互制约,应合理协调二者之间的关系,注重群体有效穗数的提高,避免个体穗实粒数的盲目增大;四是掌握在蜡熟末期或完熟期适时收获,保证籽粒质量。

参考文献

- [1] 李国强,刘帆,段新,段江华,李江,吴显成,杨俊青,张睿. 饲料大麦新品种凤03-39选育及栽培技术. 大麦与谷类科学,2015(4): 14-17,22
- [2] 高良艳,周鸿飞. 水稻产量构成因素与产量的分析. 辽宁农业科学,2007(1): 26-28
- [3] 胡蓉. 杂交中稻产量构成因素与产量相关性的分析. 福建农业学报,2011,26(2): 211-214
- [4] 蔡树美,王丽,田吉林,余廷园,吕卫光,诸海焘. 滩涂盐碱地大麦产量形成的关键农艺性状分析. 上海农业学报,2016,32(4): 54-58
- [5] 杨明,余国东,李伯群,周风云,高志宏,刘涛,张朝晖. 应用灰色关联度分析评价不同大麦品种产量与产量构成因素. 安徽农业科学,2011,39(36): 22247-22248,22322
- [6] 赵加涛,刘猛道,杨向红,付正波. 保山市大麦种质资源农艺性状与产量的相关性及通径分析. 中国种业,2016(6): 40-42
- [7] 江银荣,陆虎华,潘宝国,刘建,魏亚凤. 大麦主要农艺性状与产量的灰色关联分析. 大麦与谷类科学,2009(3): 9-11
- [8] 赵加涛. 保大麦14号主要农艺性状与产量的相关性和通径分析. 中国种业,2016(2): 49-51
- [9] 刘帆,杨俊青,蔡秋华,吴显成,李国强,李江,张睿. 风大麦7号产量构成因素及其相关性和通径分析. 中国种业,2017(10): 47-49
- [10] 郜战宁,王树杰,冯辉,薛正刚,杨永乾. 13个大麦品种(系)农艺性状与产量的相关及通径分析. 河南科技学院学报:自然科学版,2016,44(2): 1-4
- [11] 杨金华,于亚雄,刘丽,程耿,胡银星,程加省. CIMMYT不同棱型大麦产量构成因素及其对产量的影响. 西南农业学报,2008,21(4): 920-924
- [12] 宋小园,朱仲元,刘艳伟,赵宏瑾. 通径分析在SPSS逐步线性回归中的实现. 干旱区研究,2016,33(1): 108-113
- [13] 杜家菊,陈志伟. 使用SPSS线性回归实现通径分析的方法. 生物

玉米新品种云瑞 505 在楚雄地区的 产量效应比较研究

樊应虎¹ 韩学坤¹ 张运锋¹ 薛国峰¹ 陆秀春¹ 高尚² 侯俊峰²
范盼盼² 王会军¹ 李昌元¹ 欧阳军¹ 明博²

(¹ 云南省楚雄州农业科学院, 楚雄 675000; ² 中国农业科学院作物科学研究所, 北京 100081)

摘要: 云南山区、半山区是玉米的主要种植区域,但长期以来缺乏适应性强的品种,且种植密度偏低、产量水平不高。本研究以本地选育的云瑞 505 为研究材料,于 2017–2018 年在云南省楚雄开展研究,与适应性强的玉米品种郑单 958、先玉 335 进行比较分析,调查了 4.5 万、6.0 万、7.5 万、9.0 万和 10.5 万株/hm² 等 5 个种植密度下的生长发育情况和产量指标。研究发现,种植密度对 3 个供试玉米品种的生育期和株高均没有明显影响,云南本地选育品种云瑞 505 在单株生产能力、抗逆性和耐密性上较郑单 958 和先玉 335 表现突出;通径分析显示,云瑞 505 的产量提升主要依赖于种植密度($R^2=0.9462$)的增加,且在 10.5 万株/hm² 种植密度下产量最高。研究表明,在云南楚雄,云瑞 505 是适合当地生态条件的玉米品种,通过适当提高种植密度,能够提高玉米产量水平。本研究为适宜本地生产条件的玉米品种的筛选和选育提供了借鉴。

关键词: 玉米;密度;产量;云南

玉米是云南省种植面积第一、总产第二的大田作物,产区主要集中在曲靖、昭通、文山、楚雄、红河、保山等地州市,平均单产 4640kg/hm² 左右^[1–2]。楚雄州地处滇中高原腹地,玉米种植面积多集中在山区和半山区,平均单产 6000kg/hm² 左右^[3],与我国玉米主产区单产水平存在较大差距。国内外研究均表明,增加玉米种植密度,提高光温资源利用效率,依靠群体发挥增产潜力是实现玉米高产的重要措施之一^[4]。在云南传统生产中认为,云南地区降水多、湿度大,苗期不利于成苗,植株建成期不利于协调个体与群体的竞争关系,易造成徒长、倒伏等不良后果,因此玉米种植密度偏低,一般不足 6 万株/hm²^[5–6]。随着玉米品种选

育向耐密方向的改变和生产管理水平的提升,能否通过增加种植密度提高产量潜力尚未形成共识。云瑞 505 是利用当地优良种质资源组配的单交种,具有抗当地玉米主要病害、高产、适应当地生态环境等特性。本研究以云瑞 505 为研究对象,通过比较楚雄地区不同类型玉米品种生长发育和产量构成对种植密度的响应,分析本地区玉米产量提升的途径,为云南山区、半山区的玉米生产提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料与设计 试验于 2017–2018 年在云南省楚雄彝族自治州楚雄市苍岭镇农科院基地进行(101°39'E, 25°3'N; 海拔 1780m),试验地土地平整,田块方正,排灌方便。紫色水稻壤土, pH 值 8.0,有机质含量 34.2g/kg、全氮 2.79g/kg、碱解氮 229mg/kg、

基金项目:国家重点研发计划(2017YFD0300302)

通信作者:明博

学通报,2010,45(2): 4–6

[14] 郭菊娥,柴建,席西民. 一次能源消费结构变化对我国单位 GDP 能耗影响效应研究. 中国人口·资源与环境,2008(4): 38–43

[15] 唐启义,冯光明. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京:科学出版社,2002: 300

[16] 赵加涛. 早秋大麦主要农艺性状与产量的多重分析. 安徽农业科

学,2018,46(7): 41–42,77

[17] 陈霞. 应用 AMMI 模型分析若干超级稻品种产量性状稳定性. 南昌:江西农业大学,2013

[18] 徐建龙,薛庆中,罗利军,黎志康. 水稻单株有效穗数和每穗粒数的 QTL 剖析. 遗传学报,2001,28(8): 752–759

(收稿日期: 2019-05-16)