



周长军. 黑龙江省西部大豆植株生物量和产量及产量构成的灰色关联度分析[J]. 黑龙江农业科学, 2020(7):7-10.

# 黑龙江省西部大豆植株生物量和产量及产量构成的灰色关联度分析

周长军

(黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

**摘要:**为促进黑龙江省西部风沙盐碱半干旱地区高产大豆品种选育,利用灰色关联度分析方法,对黑龙江省农业科学院大庆分院自育的14个品种(系)的大豆植株花、荚期生物量、产量及产量构成因素进行了综合分析。结果表明:单株粒重与产量的关联度( $\gamma=0.739\ 0$ )最大,其次是单株粒数( $\gamma=0.736\ 9$ )和花期根瘤干重( $\gamma=0.719\ 2$ );关联度最小的是百粒重( $\gamma=0.583\ 4$ );其他性状与产量的关联度都介于 $0.58\sim0.69$ 。说明单株粒重、单株粒数和花期根瘤干重对产量的影响最大,百粒重与产量的关系最远,相对于其他性状对大豆产量的影响最小。因此在黑龙江省西部半干旱地区选育高产大豆品种时,应首先注重单株粒重、单株粒数和花期根瘤干重性状的选择。

**关键词:**生物量;产量构成;灰色关联度

大豆产量是大豆育种的一个重要目标,尽管许多研究者对大豆进行了高产育种和栽培的研究<sup>[1-4]</sup>,但大豆产量是数量性状,受多个相关性状控制且遗传力低,因此通过与产量密切相关的性状间接选择高产品种可能更容易见到成效。在大豆的育种数据分析中,大部分研究使用回归分析、方差分析和主成分分析等,这些方法大都存在要求大样本量、样本要有较好的分布规律、计算工作量大、可能出现量化结果与定性分析结果不符等缺点<sup>[5]</sup>。而灰色关联分析计算简单,不需要数据服从一定的概率分布,数据有无规律均可,不会出现量化结果与定性分析不相符的现象,具有良好的稳定性<sup>[6]</sup>。因此灰色关联度分析在新品种筛选和农艺性状相关性分析中得到越来越多的重视和应用<sup>[7-9]</sup>。由于我国南北纬度跨度较大,大豆试验群体不同和栽培生态区不同,研究成果差异很大,选育的品种也各有特点<sup>[10]</sup>。黑龙江省是全国非转基因大豆主产区,本文利用2017年黑龙江省农业科学院大庆分院的14个大豆品种(系)的12个农艺性状对产量进行了关联度分析并排序,从而在一定程度上为黑龙江省西部风沙盐碱半干旱地区高产大豆育种和改良提供理论基础和参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验材料为黑龙江省农业科学院大庆分院自育的14个优良大豆杂交组合,代号分别为15-491、16-350、15-307、15-656、16-789、16-452、16-627、15-936、16-441、15-489、15-03、15-41、15-712和14-230。

### 1.2 方法

**1.2.1 试验设计** 试验于2017年在黑龙江省农业科学院大庆分院安达封闭育种基地进行,海拔150 m,位置 $46^{\circ}24'N$ , $125^{\circ}22'E$ 。前茬为玉米,土壤为黑钙土,地势平坦;排灌方便;土壤肥力中等。试验采取随机区组设计,3次重复,小区面积 $13\ m^2$ ,4行区,行长5 m,行距0.65 m,株距8 cm。同大田常规管理且措施一致。

**1.2.2 测定项目及方法** 分别在大豆花期和荚期(R<sub>2</sub>和R<sub>4</sub>期)采集5株相邻长势一致的大豆植株,测定花期植株干重、花期根瘤干重和荚期植株干重、荚期根瘤干重,大豆成熟时确定成熟期计算生育日数,收获时每个小区采集连续生长的大豆5株,测定株高、节数、单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重及收取中间2行测量小区产量。

**1.2.3 数据分析** 按照邓聚龙灰色系统理论<sup>[11]</sup>,将14个大豆品种(系)的性状及花、荚期植株干重、根瘤干重视为一个灰色系统,每一个性状指标看作灰色系统中的一个因素,即大豆小区产量为参考数列,其余11个调查项目为花期植株干

收稿日期:2020-05-15

基金项目:现代农业大豆产业技术体系大庆综合试验站项目(CARS-004-CES07)。

作者简介:周长军(1977-),男,硕士,副研究员,从事作物育种研究。E-mail: andazhouchangjun@163.com。

重( $X_1$ )、花期根瘤干重( $X_2$ )、荚期植株干重( $X_3$ )、荚期根瘤干重( $X_4$ )、生育日数( $X_5$ )、株高( $X_6$ )、节数( $X_7$ )、单株荚数( $X_8$ )、单株粒数( $X_9$ )、单株粒重( $X_{10}$ )和百粒重( $X_{11}$ )。用 Excel 2007、SPSS19.0 软件按灰色关联度分析方法对测定的原始数据进行处理,具体分析步骤详见参考文献[18]。

2 结果与分析

2.1 大豆各农艺性状与产量变异分析

参试 14 个大豆品种(系)的小区产量变幅在 1 833.7~1 948.0 g,产量变化明显,其中产量最高的为 15-491,最低的为 14-230。在所有调查项目中花期根瘤干重变化幅度最大(0.15~0.74 g),品种 15-656 花期根瘤干重最大,且其单株粒重(20.13 g)、百粒重(19.30 g)也最大,16-441

花期根瘤干重最小,且其单株粒重(15.49 g)也最小;百粒重最小的为 16-627(15.7 g);单株粒数最多的是 16-350(95.4粒),最小为 14-230(61.4 粒);在大豆荚期植株干重中最大的是 15-307(137.64 g),最小为 15-03(75.57 g);生育期的变化在 109~118 d;单株荚数变化不大变幅为 30.9~39.1 个。

不同性状的多样性水平通过标准差和变异系数来体现,变异系数越大体现该性状的多样性水平越高<sup>[12]</sup>。同时变异系数也是衡量作物各个性状受环境条件影响发生变异程度的一个指标,变异系数大的性状说明从该群体中选出具有该性状优良个体的几率大,反之则小,因此可参考性状的变异情况进行选择<sup>[13]</sup>。文中对 14 个品种(系)主要农艺性状进行变异性分析,其结果(表 1)表明,12 个性状的变异系数最大的是花期根瘤干重,变

表 1 大豆品种农艺性状变异分析

Table 1 Variation analysis of agronomic traits in soybean varieties

品种 Varieties	植株干重 Plant dry weight/g		根瘤干重 Dry weight of nodule/g		生育 日数 Growing days/d	株高 Plant height/cm	节数 Number of nodes	单株 荚数 Pods per plant	单株 粒数 Seeds per plant	单株 粒重 Seed weight per plant/g	百粒重 100-seed weight/g	小区 产量 Plot yield/g
	花期 Flowering	荚期 Pod stage	花期 Flowering	荚期 Pod stage								
15-491	20.581	128.31	0.52	1.56	113	78.6	17.9	38.4	89.7	18.10	16.40	1948.0
16-350	27.975	128.64	0.69	1.32	116	92.1	16.4	36.4	95.4	18.37	17.20	1941.7
15-307	29.192	137.64	0.65	1.38	118	87.9	18.1	39.1	89.2	18.56	18.90	1933.7
15-656	37.057	115.71	0.74	1.36	112	98.4	15.9	36.7	76.8	20.13	19.30	1923.3
16-789	25.038	104.46	0.16	1.08	111	82.6	17.5	35.4	77.3	17.90	16.70	1914.7
16-452	25.593	131.92	0.56	1.47	113	87.9	16.9	34.6	75.8	17.40	18.10	1909.7
16-627	24.713	129.07	0.24	0.59	116	86.1	15.3	34.9	70.4	17.82	15.70	1890.0
15-936	30.967	111.10	0.48	1.30	113	88.9	18.5	39.1	89.1	16.90	17.20	1877.7
16-441	31.674	122.79	0.15	1.46	114	80.3	17.1	32.5	65.1	15.49	18.34	1875.7
15-489	27.415	97.05	0.24	1.62	115	85.4	16.7	34.2	72.4	18.30	18.40	1858.0
15-03	17.601	75.57	0.28	1.76	114	75.1	17.2	37.2	62.9	16.60	16.22	1855.3
15-41	22.515	128.53	0.67	1.15	117	93.1	16.1	34.2	76.9	16.05	18.41	1843.3
15-712	25.901	102.52	0.18	1.28	113	87.9	16.7	33.5	66.7	16.20	18.50	1840.3
14-230	19.684	133.82	0.41	1.39	109	78.4	16.2	30.9	61.4	16.50	18.65	1833.7
极小值	17.601	75.57	0.15	0.59	109	75.1	15.3	30.9	61.4	15.49	15.70	1833.7
极大值	37.057	137.64	0.74	1.76	118	98.4	18.5	39.1	95.4	20.13	19.30	1948.0
均值	26.136	117.652	0.428	1.337	113.857	85.907	16.893	35.507	76.364	17.451	17.716	1788.936
标准差	5.186	17.583	0.216	0.279	2.413	6.423	0.899	2.453	10.904	1.242	1.126	39.655
变异系数/%	19.84	14.94	50.47	20.87	2.12	7.48	5.32	6.91	14.86	7.12	6.36	2.21

异系数为 50.47%；其次是荚期根瘤干重，变异系数为 20.87%；最小的是生育日数，变异系数为 2.12%。变异系数整体表现为花期根瘤干重>荚期根瘤干重>花期植株干重>荚期植株干重>单株粒数>株高>单株粒重>单株荚数>百粒重>节数>小区产量>生育日数，变化范围 2.12%~50.47%。其中大豆花、荚期根瘤干重的变异系数均较大，说明同一性状在不同大豆品种间存在较大差异，但也受人为因素和环境影响较强，因此选择潜力较大。生育日数变异系数最小，性状选择潜力小，受环境影响较弱。

2.2 大豆各农艺性状关联系数及与产量的关联度

由表 2 可知，同一大豆品种(系)不同农艺性状间的关联系数不同，同一农艺性状在不同品种(系)之间的关联系数也不同。按关联度分析原则，农艺性状关联度大的数列与产量数列最为密

切，关联度小的数列与产量数列关系较远。表中可以看出产量与 11 个调查项目的关联度从大到小排列为单株粒重( $X_{10}$ )>单株粒数( $X_9$ )>花期根瘤干重( $X_2$ )>单株荚数( $X_8$ )>荚期植株干重( $X_3$ )>株高( $X_6$ )>节数( $X_7$ )>花期植株干重( $X_1$ )>生育日数( $X_5$ )>荚期根瘤干重( $X_4$ )>百粒重( $X_{11}$ )。

本试验中单株粒重与产量的关联度最大( $\gamma=0.739\ 0$ )，其次是单株粒数( $\gamma=0.736\ 9$ )和花期根瘤干重( $\gamma=0.719\ 2$ )，关联度都超过 0.7；关联度最小的是百粒重( $\gamma=0.583\ 4$ )。因此可以说明单株粒重、单株粒数和花期根瘤干重对产量的影响最大，百粒重与产量的关系最远，相对于其他性状对大豆产量的影响最小。所以在黑龙江省西部半干旱地区选育高产大豆品种过程中，要加强对单株粒重、单株粒数和花期根瘤干重的选择。

表 2 大豆品种各农艺性状关联系数及与产量的关联度

Table 2 Correlation coefficient of agronomic traits and correlation degree with yield of soybean varieties											
品种(系) Varieties (lines)	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	$X_{11}$
15-491	0.3645	0.5642	0.6064	0.6638	0.4241	0.3408	0.7874	0.8156	0.8374	0.5846	0.3381
16-350	0.5823	0.9294	0.6588	0.4941	0.7553	0.7888	0.4197	0.5847	0.7670	0.6977	0.4317
15-307	0.7166	0.9469	0.9965	0.5825	0.6988	0.6246	0.8656	0.8029	0.9678	0.8535	0.9482
15-656	0.5232	0.6977	0.5821	0.6345	0.4538	0.5578	0.4081	0.7826	0.6222	0.5130	0.7163
16-789	0.6125	0.4203	0.4927	0.4637	0.4256	0.5387	0.9838	0.6628	0.7075	0.8263	0.4669
16-452	0.6845	0.9367	0.8265	0.9686	0.6077	0.8659	0.7258	0.6037	0.7033	0.7071	0.8834
16-627	0.8199	0.6004	0.6865	0.3341	0.6126	1.0000	0.4304	0.8334	0.7021	0.8356	0.4279
15-936	0.5282	0.7258	0.9403	0.9023	0.9518	0.6451	0.3961	0.4373	0.4836	0.8959	0.8877
16-441	0.4924	0.5898	0.6853	0.6375	0.7768	0.7168	0.7074	0.6040	0.6608	0.5218	0.6052
15-489	0.5699	0.9456	0.7774	0.4309	0.5203	0.6603	0.7069	0.8476	0.7665	0.4815	0.4949
15-03	0.6307	0.8937	0.4680	0.3648	0.6000	0.6200	0.5334	0.4690	0.7796	0.8949	0.7398
15-41	0.7511	0.3749	0.4344	0.7401	0.3564	0.3743	0.8361	0.6882	0.5313	0.9863	0.4347
15-712	0.5352	0.9360	0.7890	0.5712	0.6097	0.4693	0.5735	0.7701	0.8010	0.8630	0.4140
14-230	0.9031	0.5078	0.3700	0.4620	0.6875	0.8600	0.6866	0.7376	0.9874	0.6851	0.3793
关联度	0.6224	0.7192	0.6653	0.5893	0.6057	0.6473	0.6472	0.6885	0.7369	0.7390	0.5834
排名	8	3	5	10	9	6	7	4	2	1	11

3 结论与讨论

灰色关联度分析法是衡量因素间关系程度的一种量化方法，它将众多因素作为一个整体灰色系统，克服了多因素孤立分散状态和单位不同的

分析缺点，具有样本数量小且分析方法简便的特点<sup>[14]</sup>。本试验研究认为单株粒重、单株粒数、花期根瘤干重与产量的关联度最大，是提高大豆产量的最为重要的 3 个性状，百粒重对大豆产量影

响较小,这与前人的研究成果基本一致。如谢皓等<sup>[3]</sup>认为产量与株高、单株粒重的遗传相关性较大。韩秉进等<sup>[15]</sup>认为百粒重对产量影响较小。但在这个变化的系统中,某一性状对大豆产量影响由于土壤条件、气候因素、栽培方式的不同而得到的结果也不尽相同。张海泉<sup>[16]</sup>认为株高与产量最为密切;静广利<sup>[17]</sup>研究认为株高通过生育期等其他性状影响产量;童艳<sup>[18]</sup>认为大豆株高对产量影响较小。由此可以看出不同地点、不同时间、不同环境和不同品种都可能造成产量的主导因素改变。

本试验通过灰色关联度分析研究大豆农艺性状对产量的影响,确定在黑龙江省西部半干旱地区单株粒重、单株粒数和花期根瘤干重是大豆产量影响的主要因子,通过改良这 3 个因子可提高大豆产量,在一定程度上为高产大豆育种和改良提供理论基础和参考依据。

#### 参考文献:

- [1] 徐泽茹,曹金峰,王茹芳,等.大豆产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].河北农业科学,2010,14(2):1-2.
- [2] 张富厚,郑跃进,王黎明,等.河南省夏大豆主要农艺性状的灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2006,34(19):4842-4843.
- [3] 谢皓,陈学珍,冯雅男,等.北京地区夏大豆产量构成与主要性状分析[J].北京农学院学报,2002,17(2):1-4.
- [4] 王秋玲,郭凌云,刘艳,等.夏大豆单株产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J].安徽农业科学,2002,30(1):26-27.

- [5] 冯绍宽.灰色系统理论在农业科学中的应用及前景[J].天津农业科学,1990(1):36-39.
- [6] 刘忠祥,寇思荣,何海军,等.玉米杂交组合产量与农艺性状的灰色关联度分析[J].湖南农业科学,2011(17):5-8.
- [7] 刘录祥,孙其信,王士芸.灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J].中国农业科学,1989,22(3):22-27.
- [8] 吴敏生,戴景瑞.灰色系统理论在玉米育种上的综合应用[J].华北农学报,1999,14(2):30-35.
- [9] 吴学忠,潘国元,邓培延,等.黔西北山区旱坡地玉米主要性状研究[J].杂粮作物,2001,21(4):8-10.
- [10] 温学发,王海英,张慧君,等.不同结荚习性大豆品种综合生产力的分析评价[J].沈阳农业大学学报,2005,36(2):143-147.
- [11] 邓聚龙.灰色系统与农业[J].山西农业科学,1985,13(5):34-37.
- [12] 田中艳,宗春美,杨柳,等.东北大豆种质群体在大庆的表现及其育种意义[J].植物遗传资源学报,2018,19(4):694-704.
- [13] 杨珍,李斌,赵军,等.甜高粱主要农艺性状与产量相关和通径分析[J].中国糖料,2018(4):16-19.
- [14] 李春霞,苏俊,钟占贵,等.玉米杂交种的产量与相关因素的灰色关联度分析[J].玉米科学,1996,4(1):35-38.
- [15] 韩秉进,潘相文,金剑,等.大豆农艺及产量性状的主成分分析[J].大豆科学,2008,27(1):67-73.
- [16] 张海泉.大豆不同品种(系)与产量关系的研究[J].沈阳农业大学学报,2000,31(3):162-165.
- [17] 静广利.株高与小区产量及其它农艺性状的相关及通径分析[J].农业与技术,2006,26(3):67-68.
- [18] 童艳.大豆主要性状的灰色关联度分析[D].郑州:河南农业大学,2007.

## Grey Correlation Analysis of Biomass, Yield and Yield Components of Soybean Plants in Western Heilongjiang Province

ZHOU Chang-jun

(Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

**Abstract:** In order to promote the selection and breeding of high-yield soybean varieties in the sand, salt and alkali semi-arid areas in the west of Heilongjiang Province, this paper made a comprehensive analysis of the biomass, yield and yield components of the 14 varieties (lines) of soybean in the flowering and podding period by using the method of grey correlation degree analysis, which were bred by Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences. The results showed that correlation degree ( $\gamma=0.7390$ ) between seed weight per plant and yield was the highest, followed by seed number per plant ( $\gamma=0.7369$ ) and dry weight of nodule at flowering stage ( $\gamma=0.7192$ ), the lowest correlation degree was 100-seed weight ( $\gamma=0.5834$ ), and other traits were all between 0.58 and 0.69. Seed weight per plant, seed number per plant and dry weight of nodule at flowering stage had the greatest impact on yield, 100-seed weight had the furthest relationship with yield, and had the least impact on soybean yield compared with other traits. Therefore, in the selection of high-yield soybean varieties in the semi-arid area of western Heilongjiang Province, we should first pay attention to the selection of seed weight per plant, seed number per plant and dry weight of nodule at flowering stage.

**Keywords:** biomass; yield composition; grey correlation degree