

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2022.01.001

太白贝母主要农艺性状的灰色关联度分析

胡平, 杨玉霞, 方清茂, 周先建

(四川省中医药科学院, 四川 成都 610041)

摘要: [目的] 评价影响太白贝母产量的主要农艺性状。 [方法] 采用 DPS 数据处理系统, 对 15 份太白贝母种质资源 6 个主要农艺性状进行相关分析、灰色关联度分析, 探明影响太白贝母产量相关性状的相互关系。 [结果] 6 个农艺性状的变异系数的范围为 10.74%~43.50%; 相关分析表明鳞茎高、鳞茎直径与单株产量呈显著正相关; 灰色关联度分析获知太白贝母农艺性状与单株产量的关联度排序为鳞茎高>鳞茎直径>地上部分质量>株高>茎粗。 [结论] 太白贝母产量的关键因素是鳞茎高和鳞茎直径, 提高太白贝母的产量可以优先考虑这 2 种参数的优势。

关键词: 太白贝母; 主要农艺性状; 灰色关联度分析

中图分类号: S567.231 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2022)01-0001-04

Grey Correlation Analysis of *Fritillaria taipaiensis* Main Agronomic Traits

HU Ping, YANG Yuxia, FANG Qingmao, ZHOU Xianjian

(Sichuan Academy of Traditional Chinese Medicine Sciences, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract: [Objective] To evaluate the main agronomic characters affecting *Fritillaria taipaiensis* yield. [Methods] Correlation analysis and grey correlation analysis were carried out for 6 main agronomic traits of *Fritillaria taipaiensis* cultivars by using DPS data processing system to explore the correlation among *Fritillaria taipaiensis* yield correlation traits. [Results] The coefficient of variation of the six characters ranged from 10.74% to 43.50%. Correlation analysis showed that bulb height and diameter were significantly positively correlated with yield per plant. Grey correlation analysis showed that the correlation degree between main agronomic characters and *Fritillaria taipaiensis* yield was bulb height > bulb diameter > aboveground fresh weight > plant height > stem diameter. [Conclusion] Bulb height and bulb diameter are the key factors for the yield of *Fritillaria taipaiensis*. The advantages of these two parameters can be given priority to improve the yield of *Fritillaria taipaiensis*.

Keywords: *Fritillaria taipaiensis*; main agronomic traits; grey correlation analysis

0 引言

川贝母 (*Bulbus Fritillariae Cirrhosae*) 是川产名贵地道药材, 为百合科植物川贝母 *Fritillaria cirrhosa* D. Don、暗紫贝母 *F. unibracteata* Hsiao et K. C. Hsia、甘肃贝母 *F. przewalskii* Maxim.、梭砂贝母 *F. delavayi* Franch.、太白贝母 *F. taipaiensis* P. Y. Li 或瓦布贝母 *F. unibracteata* Hsiao et K. C. Hsia var. *wabuensis* (S. Y. Tang et S. C. Yue) Z. D. Liu, S. Wang et S. C. Chen 的干燥鳞茎, 具有清热润肺, 化痰止咳, 散结消痈之功效^[1]。太白贝母系川贝母药材 6 种基源植物之一, 具有适应性强, 低海拔也能正常生长发育的特点, 是川贝母药材中最适宜家种栽培的品种。近年

来, 由于市场需求增加, 种植太白贝母逐渐成为地方政府实施乡村振兴、改善农业产业结构的重点项目, 其新产区得到不断发展, 引种、只种不选的现象比较普遍, 不同产区太白贝母种质资源发生了变异、混杂和退化, 导致药材质量参差不齐, 急需培育高产优质的太白贝母新品种^[2-4]。灰色关联度分析是根据各因素数列相似性分析系统内部主要因素间的关联程度^[5], 已在水稻^[6-7]、藜麦^[8-9]、玉米^[10]、芝麻^[11-13]、半夏^[14]等品种的相关研究领域广泛应用, 目前未见太白贝母产量与相关农艺性状的灰色关联分析研究报道。试验以收集到的 15 份太白贝母种质资源为研究对象, 对其主要农艺性状与产量进行相关性分析、灰色关联度分析, 探明影响太

收稿日期: 2022-01-12

基金项目: 四川省科技厅应用基础研究计划项目(2020YJ0435)。

作者简介: 胡平(1979—), 女, 重庆铜梁人, 副研究员, 学士, 研究方向: 中药栽培。

白贝母产量相关性状的相互关系,评价影响产量的主要农艺性状,以期能为太白贝母选育优质高产的新品种和选择亲本材料提供理论基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料与试验地概况

选用来源于四川省(3份)、陕西省(3份)、重庆市(9份)共计15份太白贝母种质资源作为试验材料,所有试验材料经四川省中医药科学院某研究员鉴定均为百合科(Liliaceae)贝母属(*Fritillaria*)植物太白贝母(*F. taipaiensis*),凭证标本保存于四川省中医药科学院腊叶标本馆,其种质资源编号及来源地如表1所示。

表1 15份太白贝母种质资源编号及来源地

材料序号	来源地	材料序号	来源地
1	陕西省太白县	9	重庆市巫溪县
2	陕西省太白县	10	重庆市城口县
3	陕西省太白县	11	重庆市城口县
4	四川省万源市	12	重庆市城口县
5	四川省万源市	13	重庆市南川区
6	四川省万源市	14	重庆市南川区
7	重庆市巫溪县	15	重庆市开县
8	重庆市巫溪县		

试验地位于四川省达州市太白贝母基地,地理位置108°08'41"E,32°06'45"N,海拔1608.11 m。年平均气温9.6℃,年均降雨量1245 mm。基地土壤的pH 5.8,速效磷79.43 mg/kg,有效钾437.36 mg/kg,铵态氮10.63 mg/kg。

1.2 试验设计

试验于2017年7月布置,采用随机区组排列,每份种质资源为1个处理,3次重复/处理,每个小区面积为2 m²(2 m×1 m),栽培管理同大田生产;2020年7月收获时,每个处理随机采集太白贝母完整植株10株测定其主要农艺性状;根据灰色系统理论,将太白贝母所有农艺性状视为一个灰色关联系统,设置单株产量 y 为参考数列,其他各性状设为比较数列,依次为株高 x_1 、茎粗 x_2 、地上部分重 x_3 、鳞茎高 x_4 、鳞茎直径 x_5 ,相应的主要农艺性状的测定方法如表2所示。

1.3 数据统计与分析

1)采用Microsoft Excel 2007软件对平均值、标准差及变异系数数据进行处理。

2)采用DPS11.0软件对试验数据进行相关分析和灰色关联分析。

表2 主要农艺性状测定方法

性状	测定方法	计量单位
株高 x_1	从地面至植株顶端位置的长度	cm
茎粗 x_2	地面以上,第1片茎生叶以下,泥土痕迹交界处主茎宽度	mm
地上部分质量 x_3	挖取整株去除鳞茎的鲜质量	g
鳞茎高 x_4	鳞茎底盘至鳞茎顶端长度	mm
鳞茎直径 x_5	与2枚鳞片抱合方向垂直的最宽处的长度	mm
单株产量 y	除去表面泥土及须根后的鳞茎鲜质量	g

3)以参考品种各性状指标作为比较数列,记为 x_0 ,参试品种各性状指标作为被比较列记 $x_i(i=1, 2, \dots, n, n$ 为考查的性状个数,本试验 $n=6$),采用标准差法,按式(1)对测定农艺性状相对应的原始数据进行无量纲的标准化处理;按式(2)计算参考序列与比较序列绝对差值;按式(3)计算农艺性状与产量的灰色 $\Delta_i(k)$ 关联系数;按式(4)计算各农艺性状与产量的灰色关联度,式(1)~(4)如下所示。

$$x_i(k) = [x'_i(k) - x_i] / s_i \quad (1)$$

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)| \quad (2)$$

$$\zeta_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (3)$$

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_i(k) \quad (4)$$

式中: $x_i(k)$ 和 $x_0(k)$ 分别为各农艺学性状和产量的标准化值,其中 $k=1, 2, \dots, 6$; s_i 为标准差; $\Delta_i(k)$ 为数列 x_0 与数列 x_i 在第 k 点的绝对差值; $\zeta_i(k)$ 为 x_0 到 x_i 第 k 个指标上的关联系数^[6-14]; $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 为二级最小差; $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$ 为二级最大差; ρ 为分辨系数,通常取 $\rho=0.5$; r_i 为试验品种与目标品种的等权关联度, $r(x_0, x_i)$ 称为 x_0, x_i 的灰色关联度。

2 结果与分析

2.1 太白贝母种质资源主要农艺性状的统计分析

15份太白贝母种质资源的变异分析结果表明,单株产量的变异系数(43.50%)>地上部分质量的变异系数(32.24%)>鳞茎直径的变异系数(20.78%)>鳞茎高的变异系数(18.62%)>茎粗的变异系数(16.41%)>株高的变异系数(10.74%),呈现出很大的变异幅度(表3)。各性状的变异系数都大于10%,说明15份太白贝母种质资源间存在很大的变

异, 具有丰富的遗传多样性。

表 3 太白贝母种质资源主要农艺性状的变异分析

性状	最大值	最小值	极差	平均值	标准差	变异系数/%
x_1	29.14	19.84	9.30	24.27	2.61	10.74
x_2	2.27	1.16	1.11	1.82	0.30	16.41
x_3	6.80	2.00	4.80	3.59	1.16	32.24
x_4	19.65	11.11	8.54	15.19	2.83	18.62
x_5	25.97	14.34	11.63	18.71	11.63	20.78
y	4.63	1.24	3.39	2.71	3.39	43.50

2.2 太白贝母种质资源主要农艺性状之间的相关性分析

15 份太白贝母种质资源主要农艺性状的相关性分析结果表明, 单株产量与鳞茎高、鳞茎直径呈极显著正相关, 与地上部分质量、株高和茎粗呈正相关但均未达到显著水平(表 4)。由此说明鳞茎高和鳞茎直径 2 个性状是太白贝母获得高产的重要因素, 可通过各种育种手段适当改良这 2 个性状, 在一定程度上能提高太白贝母的产量。

表 4 15 份太白贝母主要农艺性状之间的相关性分析

指标	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y
x_1	1					
x_2	-0.125 0	1				
x_3	0.659 8**	0.482 8*	1			
x_4	0.013 2	0.183 7	0.322 2	1		
x_5	0.154 0	0.118 0	0.402 2*	0.537 8*	1	
y	0.136 9	0.098 1	0.381 0	0.885 1**	0.816 0**	1

注: “*” “**” 分别表示差异有统计学意义 ($P < 0.05$) 和差异有高度统计学意义 ($P < 0.01$)。

2.3 太白贝母种质资源主要农艺性状原始数据的无量纲标准化处理

由于各个性状计量单位(量纲)不同, 根据灰色系统理论和方法, 需要对各农艺性状原始数据进行无量纲化处理。参考序列与比较序列绝对差值, 按公式计算产量和各农艺学性状的标准化值。各农艺性状数列无量纲化处理结果如表 5 所示。根据表 5 计算不同种质资源产量与主要农艺性状的绝对差值, 结果如表 6 所示。

2.4 太白贝母种质资源主要农艺性状之间的关联度分析

15 份太白贝母种质资源灰色关联分析结果表明, 关联度排序为鳞茎高>鳞茎直径>地上部分质量>株高>茎粗; 试验中与产量密切相关的农艺性状有鳞茎高和鳞茎直径, 其中鳞茎高关联度值最大, 为 0.665 8(表 7)。这表明鳞茎高和鳞茎直径是太白贝母产量的关键因素, 地上部分质量、株高、茎粗对产量的影响程度相对较小。

表 5 15 份太白贝母种质各农艺性状与单株产量数据

材料序号	标准化结果					
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y
1	0.797 4	-0.209 4	0.062 4	-1.061 2	-0.233 6	-0.318 2
2	-1.642 2	0.179 2	-1.325 1	-0.548 6	-0.648 6	-0.441 3
3	-0.003 5	-0.857 2	-0.506 0	0.558 6	-0.877 3	-0.014 8
4	0.485 9	-0.241 8	0.196 1	0.011 8	-1.086 0	-0.564 3
5	-0.151 8	-1.019 2	-1.007 4	-1.379 0	0.064 6	-1.138 4
6	-1.278 8	-0.630 5	-0.948 9	-0.931 4	-0.596 5	-1.204 0
7	-1.041 6	-0.047 5	-0.280 3	0.941 4	1.804 3	1.576 4
8	0.063 3	1.474 8	0.848 1	1.525 8	1.371 8	1.231 9
9	-0.003 5	1.053 7	0.263 0	0.309 2	-1.006 5	-0.301 8
10	-1.219 5	1.021 3	0.229 6	0.746 6	-0.576 6	0.067 3
11	1.338 6	1.183 3	2.686 9	0.596 2	1.747 1	1.199 1
12	-0.470 6	1.053 7	-0.639 7	-1.392 7	-0.536 8	-1.195 8
13	0.500 8	-2.120 4	-0.489 2	0.715 8	0.638 7	1.035 1
14	0.819 6	-0.468 6	-0.188 3	1.139 6	0.668 5	1.174 5
15	1.805 8	-0.371 4	1.098 8	-1.232 1	-0.733 1	-1.105 6

表 6 15 份太白贝母种质农艺性状与产量的绝对差值

材料序号	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	1.115 6	0.108 8	0.380 6	0.743 0	0.084 6
2	1.200 9	0.620 5	0.883 8	0.107 3	0.207 4
3	0.011 3	0.842 5	0.491 2	0.573 4	0.862 5
4	1.050 2	0.322 5	0.760 4	0.576 1	0.521 7
5	0.986 7	0.119 3	0.131 0	0.240 6	1.203 0
6	0.074 8	0.573 5	0.255 1	0.272 7	0.607 6
7	2.618 0	1.623 9	1.856 7	0.635 0	0.227 8
8	1.168 7	0.242 8	0.383 9	0.293 8	0.139 9
9	0.298 4	1.355 5	0.564 8	0.611 0	0.704 7
10	1.286 8	0.954 1	0.162 3	0.679 3	0.643 8
11	0.139 5	0.015 9	1.487 8	0.602 9	0.548 0
12	0.725 2	2.249 6	0.556 2	0.196 9	0.659 0
13	0.534 3	3.155 5	1.524 3	0.319 3	0.396 4
14	0.354 9	1.643 1	1.362 9	0.034 9	0.506 0
15	2.911 4	0.734 2	2.204 4	0.126 5	0.372 5

表 7 太白贝母种质主要农艺性状与单株产量的关联度

项目	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
关联度系数	0.588 4	0.561 7	0.589 4	0.649 8	0.665 8
位序	4	5	3	2	1

3 结论与讨论

本试验对 15 份太白贝母的 6 个主要农艺性状进行统计分析, 各性状变异系数范围为 10.74% ~ 43.50%, 各性状的变异系数大于 10%, 样本间差异

较大,变异系数表现为鳞茎质量>地上部分质量>鳞茎直径>鳞茎高>茎粗>株高。研究表明 15 份太白贝母种质资源 6 个农艺性状有着较大的变异范围,资源类型较丰富。

相关分析是衡量 2 个性状间的密切程度,而灰色关联分析能比较性状与参考性状的关联度,通过分析进一步筛选出关联度大的农艺性状,可以更好地实现育种目标,这种方法适合于品种选育与作物品种的综合评价^[10,12]。本研究通过对太白贝母主要农艺性状与单株产量的相关性分析可以看出,单株产量与鳞茎高、鳞茎直径呈极显著正相关,说明鳞茎高和鳞茎直径 2 个性状是太白贝母获得高产的重要因素;灰色关联分析结果表明与产量密切相关

的农艺性状有鳞茎高和鳞茎直径,2 种方法分析出的与产量关系较为密切的性状基本一致,2 个性状中,鳞茎高性状的关联度值最大为 0.665 8,这为今后高产优质太白贝母新品种的选育提供了研究方向。

本研究只对太白贝母的 6 个主要农艺性状进行了分析研究,缺少与品质、抗性等性状的灰色关联度分析,需开展进一步的研究工作。同时,不同的生态环境会影响太白贝母品种的农艺性状,这对分析结果也能造成一定的影响。因此在进行太白贝母品种选育过程中要根据当地实际生态环境条件,综合考虑太白贝母与环境之间互作的关系,科学地分析太白贝母品种产量潜力,以便充分培育出符合人民生活需求的优良优质的太白贝母新品种。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:38-39.
- [2] 田芑,强毅,王喆之,等.珍稀濒危药用植物太白贝母研究进展[J].陕西农业科学,2018,64(9):96-98.
- [3] 赵婉,姜海,王知斌,等.贝母属植物的药理作用概述[J].上海中医药杂志,2018,52(11):97-100.
- [4] 罗敏,邓才富,李品明,等.药用植物太白贝母研究进展[J].中国野生植物资源,2021,40(2):42-45.
- [5] 唐启义.DPS 数据处理系统-实验设计、统计分析及数据挖掘[M].北京:科技出版社,2010.
- [6] 黄晓琴,周传猛,梁琳,等.不同香型优质常规稻品种主要农艺性状灰色关联度分析[J].中国种业,2021(9):62-66.
- [7] 闫锋.黑龙江省晚熟谷子种质资源的灰色关联度分析及综合评价[J].黑龙江农业科学,2010(7):30-33.
- [8] 张亚萍,王致和,张秀华,等.14 个藜麦品种(系)在祁连山区的农艺性状表现及其与产量的关系分析[J].山东农业科学,2021,53(8):17-21.
- [9] 陈翠萍,闫殿海,左皓南,等.青海 47 份藜麦种质资源农艺性状分析[J].青海大学学报,2021,39(4):18-25.
- [10] 刘延波,孙洪荣,项阳,等.灰色关联度分析法筛选贵州玉米苗期抗旱种质[J].种子,2014,33(10):74-77.
- [11] 朱松艳,朱传文,张存岭.芝麻新品种农艺性状与产量的相关及通径分析[J].安徽农学通报,2018,24(S1):34-35+51.
- [12] 吕伟,韩俊梅,文飞.不同来源芝麻种质资源表型多样性分析[J].植物遗传资源学报,2020,21(1):234-242.
- [13] 吕伟,文飞,韩俊梅,等.芝麻产量与相关农艺性状的灰色关联分析[J].种子,2021,40(7):110-114.
- [14] 龙林.基于灰色关联度的半夏种质资源评价[D].武汉:华中农业大学,2013.