

2021年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点 参试材料综合评价

李雨阳, 赵宝颢, 杜世坤, 俞华林, 师学豪, 马泉芳
(白银市农业科学研究所, 甘肃 白银 730900)

摘要: 为科学准确地对2021年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点参试材料进行综合评价, 为胡麻新品种的登记和推广提供依据。采用描述性统计、相关性分析、主成分分析等多元分析方法对甘肃省胡麻品种区域试验白银试点的18份胡麻参试材料的千粒重、产量等10个主要性状进行综合评价。结果表明, 18份参试胡麻材料的生育期为109~113 d, 与对照品种陇亚13号生育期差异不大。不同参试材料的各主要性状变异系数差异较大, 介于1.34%~114.37%。对各性状进行相关性分析表明, 株高与工艺长度、单株果数与主茎分枝数、单株粒重与单株果数均呈极显著正相关; 单株果数与主茎分枝数、单株粒重与有效分茎数及主茎分枝数均呈显著正相关; 有效分茎数和产量呈显著负相关。主成分分析表明, 单株生产力因子、千粒重因子、株高因子和分茎因子的特征值累计达80.06%, 能够全面地代表胡麻的特征特性。对产量进行的单因素方差分析表明, 参试胡麻材料1310-6、0724-18、2009-1A-1、GFWK-03、H2011、D439、09-3-11的折合产量均显著高于对照品种陇亚13号($P<0.05$), 可进入下一步试验环节。

关键词: 胡麻; 品种; 区域试验; 多元分析; 农艺性状; 综合评价

中图分类号: S563.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2024)07-0623-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.07.008

Comprehensive Evaluation of Flax Varieties in the Baiyin Pilot of the 2021 Gansu Province Regional Experiment

LI Yuyang, ZHAO Baoxie, DU Shikun, YU Hualin, SHI Xuehao, MA Quanfang
(Baiyin Agricultural Science Research Institute, Baiyin Gansu 730900, China)

Abstract: The aim of this study was to scientifically and accurately evaluate the test materials of flax varieties in the Baiyin pilot of the 2021 Gansu Province Regional Experiment, aiming to provide a basis for the registration and promotion of new flax varieties. Descriptive statistics, correlation analysis, principal component analysis, and other multivariate analysis methods were used to comprehensively evaluate the yield 1000-grain weight and 10 main traits of 18 flax varieties in the Baiyin pilot of the Gansu Province Regional Experiment. The results showed that the growth period of the 18 tested flax varieties ranged from 109 to 113 days, with little difference from the control variety Longya 13. The coefficients of variation for various traits among different tested materials varied significantly, ranging from 1.34% to 114.37%. Correlation analysis of the main traits revealed that extremely significantly positive correlations were found in plant height and process length, fruit number per plant and main stem branching number, grain weight per plant and fruit number per plant. Additionally, significantly positive correlations were found in number of fruit per plant and main stem branching number, grain weight per plant and number of effective stem branches, grain weight per plant and main stem branching number. There was also a significant negative correlation between effective stem number and plot yield. Principal component analysis indicated that productivity factor per plant, 1000-grain weight factor, plant height factor, and stem division factor cumulatively reached 80.06% of characteristic values, fully representing the characteristics of flax. One-way analysis of variance demonstrated that the average yields of flax varieties 1310-6, 0724-18, 2009-1A-1, GFWK-03, H2011, D439, and 09-3-11 were all significantly higher than the control variety Longya 13 ($P<0.05$), qualifying them for the next experimental phase.

Key words: Flax; Variety; Regional experiment; Multivariate analysis; Agronomic trait; Comprehensive evaluation

胡麻是亚麻科亚麻属植物, 是我国重要的油料作物之一。胡麻适宜在冷凉、干旱、盐碱的地

收稿日期: 2024-03-19; 修订日期: 2024-06-05

基金项目: 国家现代农业产业技术体系资助(CARS-14); 甘肃省陇原青年英才支持计划(甘人社通[2023]142号)。

作者简介: 李雨阳(1985—), 女, 甘肃会宁人, 高级农艺师, 主要从事作物育种及农业技术推广工作。Email:80208665@qq.com。

通信作者: 赵宝颢(1984—), 男, 甘肃会宁人, 正高级农艺师, 主要从事作物育种及农业技术推广工作。Email:304031801@qq.com。

区生长,在我国北方普遍种植^[1],选育和推广优良品种成为目前胡麻生产持续稳定发展的重要保证^[2-5]。选择适宜的综合评价方法是品种筛选面临的一项重大挑战,传统的评价仅能在一定程度上反映出引进品种的特性,但不能将品种的各种优势进行综合评价,目前运用数学方法和数学模型综合分析已广泛应用于作物新品种的评价^[6]。主成分分析法在资源品质评价中得到广泛应用,该方法能够准确确定所研究各指标的权重,它不但能够把控所要评价指标类型的综合性状表现,而且能够简化评价步骤与程序,是适合综合评价候选个体的一种全面、高效的统计分析方法^[7-8],因此通过主成分分析法科学地选择亲本和客观地分析胡麻新品种(系)的品质、产量及农艺性状,进而科学地评价胡麻的生产潜力和特性对胡麻新品种引进具有极其重要的意义,同时也对胡麻产业的高质量发展具有重要的实用价值和现实意义。

为了加快甘肃省胡麻产业的高质量发展,根据 2021 年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点参试材料的数据,采用描述性统计、相关性分析、主成分分析等多元分析方法对各参试材料进行了综合评价,并提出意见,确定阶段性的育种目标或育种方向^[9]。何丽等^[10]利用 GGE 双标图对 2017—2018 年的甘肃胡麻品种区域试验各品种(系)的适应性、丰产和稳产性及试点的代表性和鉴别力进行了客观评价。党照等^[11]利用联合方差分析法,对参加 2013 年、2014 年甘肃省胡麻品种区域试验的胡麻品种(系)品质、产量及农艺性状进行分析和评价。杨继忠等^[12]在 2019 年进行了胡麻新品种多点试验研究,对 6 个参试胡麻品种的丰产性、稳产性及主要经济性状分析,初步确定白银市不同生态区域的主栽胡麻品种和搭配品种。但以上研究主要针对旱地条件下胡麻进行研究,而在以往的研究中,针对灌区栽培条件下胡麻的研究内容较少,不易选出适用于灌区栽培的胡麻品种,鉴于此,通过 2021 年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点的 18 份胡麻参试材料在白银灌区条件下主要农艺性状进行综合分析,探索白银地区胡麻产量形成的主要因素,以期类似生态区的胡麻育种和生产提供参考依据^[13]。

1 材料与amp;方法

1.1 供试材料

供试材料为 2021 年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点的 18 份参试材料(含统一对照品种陇亚 13 号),其中常规种 17 份,分别为陇亚 13 号(CK)、2007-1H-3、2009-38-1、R99、D3、2009-1A-1、R205(由甘肃省农业科学院作物研究所胡麻研究室提供),GFWK-01、GFWK-03(由甘肃省农业科学院植物保护研究所提供),D439(由甘肃省农业科学院生物技术研究所提供),0724-18、14102-5、1310-6(由甘肃农业职业技术学院提供),07-357、09-3-11(由张掖市农业科学研究院提供);0805-7-6-2-3、1450-35-1(由定西市农业科学研究院提供);杂交种 1 份,为 H2011,由甘肃省农业科学院作物研究所胡麻研究室提供。

1.2 试验方法

试验在白银市农业科学研究所试验场进行。当地海拔 1 570 m, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温 3 100 $^{\circ}\text{C}$,无霜期 150 d 左右,土壤为灌溉灰钙土,前茬小麦^[14]。采用随机区组试验设计,每品种(系)为 1 处理,3 次重复,小区面积 12 m²,小区四周设 50 cm 走道。试验于 2021 年 3 月 20 日播种,播种密度控制在 900 万粒/hm²。播前结合整地底施磷酸二铵 300 kg/hm²、尿素 75 kg/hm²,初花期随灌水追施尿素 150 kg/hm²。田间管理只防虫不防病,只除草不去杂^[15]。

1.3 观测指标及方法

试验参照《胡麻参试材料描述规范和数据标准》^[16],田间记载参试材料的出苗期、盛花期、成熟期、生育期、出苗率、花色等农艺性状,成熟后每个参试胡麻材料在中间行随机选取 20 株考种,分别对株高、工艺长度、有效分茎数、主茎分枝数、单株果数、每果粒数、千粒重、小区产量等农艺性状进行评估^[17]。分小区单独脱粒并计算折合产量。

1.4 数据统计分析

利用 Excel 软件和 R 语言进行描述性统计、相关性分析、主成分分析和方差分析。相关性分析采用皮尔逊相关(Pearson correlation)分析。

2 结果与分析

2.1 主要性状差异性分析

田间观察和考种结果表明,18 份参试胡麻材料

均能够正常成熟。参试胡麻材料的生育期为 109 ~ 113 d, 其中 2007-1H-3、2009-38-1、GFWK-01、07-357、0724-18、14102-5 生育期最长, 均为 113 d, 均较对照品种陇亚 13 号晚熟 4 d; R99 生育期最短, 与对照品种陇亚 13 号生育期相同, 均为 109 d; 其余品种(系)较对照陇亚 13 号晚熟 1 ~ 3 d。

由表 1 可知, 18 份参试胡麻材料的 10 个主要性状变异系数介于 1.34% ~ 114.37%, 其中以有效分茎数的变异系数最大, 为 114.37%; 生育期的变异系数最小, 为 1.34%。说明 18 份参试胡麻材料在白银试点种植时田间株型表现差异较大, 但生育期较为一致。

2.2 主要性状相关性分析

对 18 份参试胡麻材料的 10 个主要性状进行相关分析的结果(图1)得出, 各农艺性状间存在不

同程度的相关性。有 24 对性状呈正相关, 21 对性状呈负相关。其中株高和工艺长度、单株果数和有效分茎数、单株粒重和单株果数间均呈极显著正相关($P < 0.01$), 相关系数分别为 0.620、0.700、0.917; 单株果数和主茎分枝数呈显著正相关($P < 0.05$), 相关系数为 0.539; 单株粒重和有效分茎数、主茎分枝数均呈显著正相关 ($P < 0.05$), 相关系数分别为 0.536、0.537; 有效分茎数与小区产量呈显著负相关($P < 0.05$), 相关系数为 -0.564。

2.3 主要性状的主成分分析

从主成分分析碎石图可以看出(图 2), 当选用前 4 个主成分时累计特征值贡献率为 80.06%, 可以认为这 4 个主成分能够代表胡麻种质资源 10 个农艺性状的大部分信息。从表 2 中可以看出, 第 1 主成分特征值达 3.30, 占比为 33.03%, 在第 1 主成分中单株粒重、单株果数和主茎分枝数的权重

表 1 参试胡麻材料主要性状表现

指标	生育期 /d	株高 /cm	工艺长度 /cm	有效分茎数 /个	主茎分枝数 /个	单株果数 /个	每果粒数 /粒	千粒重 /g	单株粒重 /g	小区平均产量 /(kg/12 m ²)
均值	111.11	70.42	42.66	0.32	5.15	19.97	5.81	7.30	0.84	2.75
标准差	1.49	5.29	5.41	0.36	0.95	6.84	0.78	0.77	0.30	0.31
最小值	109.00	60.00	36.80	0	3.30	10.20	4.21	5.92	0.39	2.24
最大值	113.00	83.00	55.60	1.20	6.70	33.9	7.00	8.89	1.43	3.25
变异系数/%	1.34	7.51	12.69	114.37	18.35	34.27	13.50	10.48	35.21	11.34

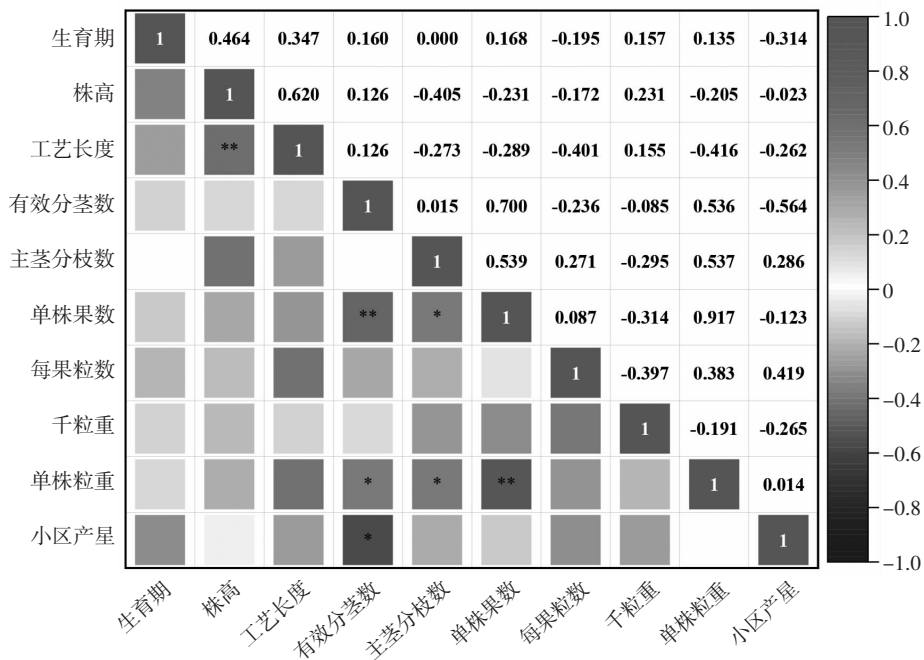


图 1 参试胡麻材料各农艺性状的相关性热图

值居前 3 位，可将第 1 主成分作为单株生产力因子；第 2 主成分的特征值为 2.53，占比为 25.28%，在第 2 主成分中有效分茎数权重值最大，可将第 2

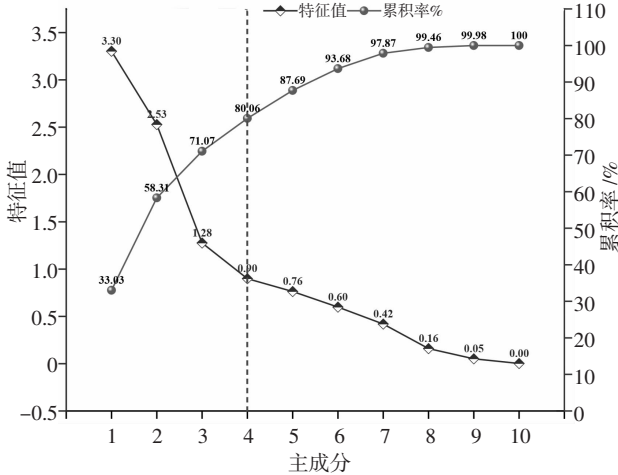


图 2 主成分分析碎石图

表 2 参试胡麻材料农艺性状的主成分分析

特征向量	PC系数1	PC系数2	PC系数3	PC系数4
生育期/d	-0.12	0.37	0.43	0.39
株高/cm	-0.32	0.21	0.55	-0.06
工艺长度/cm	-0.36	0.22	0.31	-0.25
有效分茎数/个	0.14	0.54	-0.15	-0.33
主茎分枝数/个	0.39	-0.01	0.17	0.30
单株果数/个	0.43	0.38	0.02	0
每果粒数/粒	0.30	-0.27	0.35	-0.08
千粒重/g	-0.28	0.10	-0.25	0.73
单株粒重/g	0.45	0.27	0.11	0.18
小区平均产量/(kg/hm ²)	0.14	-0.43	0.41	0.08
特征值	3.30	2.53	1.28	0.90
占比/%	33.03	25.28	12.76	8.99
累积率/%	33.03	58.31	71.07	80.06

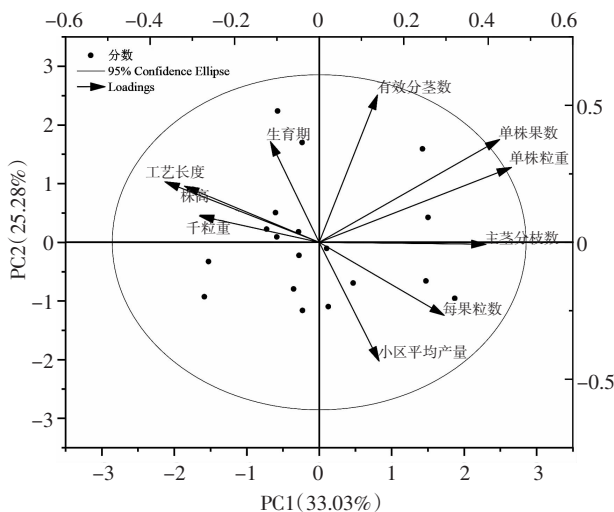


图 3 参试材料各性状主成分分析

主成分作为分茎因子；第 3 主成分的特征值为 1.28，占比为 12.76%，在第 3 主成分中株高的权重最大，可将第 3 主成分作为株高因子；第 4 主成分的特征值为 0.90，占比为 8.99%。在第 4 主成分中千粒重的权重值最大，可将第 4 主成分作为千粒重因子。单株生产力因子和千粒重因子是产量的构成因素，株高因子和分茎因子是株型的构成因素，由此可认为这 4 个因子能比较全面地代表胡麻各参试材料的特征特性。

2.4 产量差异性分析

对产量进行方差分析的结果(表 3)可知，处理间 $P < 0.01 (F = 6.489\ 907\ 153 > F_{crit} = 1.915\ 320\ 855)$ ，差异均达显著水平，试验结果真实可靠，具有很好代表性，可进一步分析。对 18 份参试胡麻材料的折合产量进行单因素方差分析(LSD 法)结果表明，1310-6、0724-18、2009-1A-1、GFWK-03、H2011、09-3-11、D439 的折合产量均显著高于对照品种陇亚 13 号($P < 0.05$)，其中 H2011、09-3-11、D439 折合产量分别为 2 591.67、2 650.00、2 711.11 kg/hm²，均高于对照品种 20% 以上；1310-6、0724-18、2009-1A-1、GFWK-03 较对照品种陇亚 13 号增产 15.09%~19.92%。07-357、2007-1H-3、1450-35-1、R99、0805-7-6-2-3 均较对照品种陇亚 13 号增产不显著，14102-5、D3、GFWK-01、2009-38-1、R205 均较对照品种陇亚 13 号有不同程度的减产(图 4)。

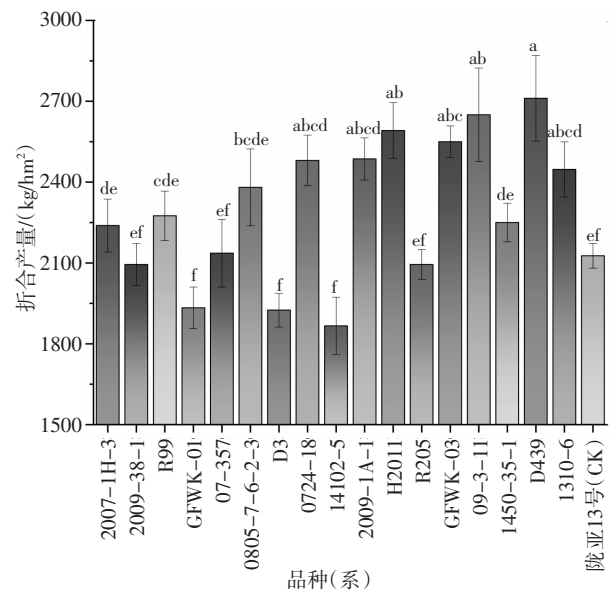


图 4 参试胡麻材料的折合产量差异性分析

3 讨论与结论

2021年甘肃省胡麻品种区域试验白银试点18份参试胡麻材料的各农艺性状的变异系数范围在1.34%~114.37%,其中有效分茎数的变异系数最大为114.37%;生育期的变异系数最小,为1.34%,说明18份参试胡麻材料在白银试点种植时田间株型表现差异较大,但生育期较为一致。18份参试胡麻材料的各农艺性状间相关性分析表明,株高和工艺长度、单株果数和主茎分枝数、单株粒重和单株果数间均呈极显著正相关($P<0.01$),相关系数分别为0.620、0.700、0.917;单株果数和主茎分枝数呈显著正相关($P<0.05$),相关系数为0.539;单株粒重和有效分茎数、主茎分枝数均呈显著正相关($P<0.05$),相关系数分别为0.536、0.537;有效分茎数与小区产量呈显著负相关($P<0.05$),相关系数为-0.564。该结论与吴兵等^[18]在氮肥密度互作后,胡麻籽粒产量与有效分茎数间呈显著正相关关系的结论相反,说明在灌溉区应通过适当增加种植密度以减少分茎数的种植方式来提高产量。选用前4个主成分时累计特征值贡献率为80.06%,可以认为这4个主成分能够代表胡麻种质资源10个农艺性状的大部分信息。通过主成分与相关性结合分析,可得出结论,在灌区条件下选择工艺长度、单株果数和主茎分枝数较高,有效分茎数较少的植株,能够提高单株产量^[19]。

本研究结果表明,在2021年进行的甘肃省胡麻品种区域试验中,18份参试胡麻材料在白银试点种植时产量水平整体较高,参试材料1310-6、0724-18、2009-1A-1、GFWK-03、H2011、D439、09-3-11的折合产量均显著高于对照品种陇亚13号($P<0.05$),可进入下一步试验环节。

参考文献:

- [1] 董宏伟,郭娟娟,高玉红,等.施钾对黄土高原旱区胡麻钾素分配利用及产量的影响[J].土壤通报,2020,51(6):1437-1444.
- [2] 党照,张建平,王利民,等.胡麻新品种陇亚12号选育报告[J].甘肃农业科技,2013(1):3-4.
- [3] 刘世海,孙慧,魏芳红,等.旱地胡麻全膜覆土穴播栽培技术[J].甘肃农业科技,2010(11):59-60.
- [4] 叶春雷,石有太,罗俊杰,等.种植密度对旱地胡麻产量及品质的影响[J].甘肃农业科技,2014(4):11-13.
- [5] 郑尚义.天水旱作区胡麻品种引种比较试验初报[J].寒旱农业科学,2024,3(2):152-156.
- [6] 王文奎,张海强,焦智辉,等.黄土高原丘陵沟壑区玉米新品种引种比较综合评价[J].寒旱农业科学,2024,3(5):429-433.
- [7] 牛军强,尹晓宁,董铁,等.基于主成分分析评价间伐改形对苹果叶片生理指标的影响[J].寒旱农业科学,2023,2(7):631-638.
- [8] 张悦,牛洁,王诗琦,等.纳米TiO₂处理对山定子响应重茬土壤胁迫的生理效应研究[J].寒旱农业科学,2023,2(7):654-661.
- [9] 崔彦芹,徐婧,郭元章,等.芝麻品种区域试验北方片区综合剖析及育种变化趋势[J].中国油料作物学报,2020,42(3):401-410.
- [10] 何丽,张文斐,张金,等.基于GGE双标图的甘肃胡麻区试品系稳定性与试点代表性研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2023,51(6):58-65.
- [11] 党照,张建平,王利民,等.2013—2014年甘肃省胡麻区试品种(系)品质及丰产稳产性分析[J].甘肃农业科技,2015(6):19-23.
- [12] 杨继忠,俞华林,李雨阳,等.白银市胡麻新品种多点区域试验初报[J].甘肃农业科技,2021,52(2):19-24.
- [13] 王金艳,李金峰,李林峰,等.2017—2022年焦作小麦区域试验品种主要农艺性状及产量分析[J].南方农业学报,2023,54(4):1038-1044.
- [14] 李雨阳,杜世坤,杨继忠.灌水次数对灰钙土农田胡麻产量及构成因素的影响[J].农业科技与信息,2020(14):18-20.
- [15] 党照,张建平,赵利,等.基因型与环境及其互作效应对胡麻主要农艺性状的影响[J].西北农业学报,2017,26(9):1324-1333.
- [16] 王玉高,粟建光.亚麻种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [17] 祁旭升,王兴荣,张彦军,等.胡麻成株期抗旱指标筛选与种质抗性鉴定[J].核农学报,2015,29(8):1596-1606.
- [18] 吴兵,高玉红,李鹏红,等.氮肥和密度对胡麻水分、氮素利用率及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2020,38(3):163-171.
- [19] 王炜,陈军,叶春雷,等.甘肃胡麻地方及育成品种农艺性状分析及评价[J].中国种业,2022(12):75-81.