

# 玉溪引种烟后苦荞品种丰产性和稳定性分析

刘佳<sup>1</sup>, 胡选江<sup>1</sup>, 张艳军<sup>1</sup>, 张翠萍<sup>1</sup>, 施立安<sup>1</sup>, 罗磊<sup>2</sup>, 饶敏<sup>2\*</sup>, 李怀红<sup>1</sup>, 蔡述江<sup>1</sup>, 李成春<sup>3</sup>, 申文智<sup>3</sup>, 高玉玺<sup>3</sup>, 普海莲<sup>4</sup> (1. 玉溪市农业科学院, 云南玉溪 653100; 2. 玉溪市农产品质量安全检验检测中心, 云南玉溪 653100; 3. 澄江市种植业综合服务中心, 云南玉溪 652500; 4. 红塔区农业综合开发服务中心, 云南玉溪 653100)

**摘要** 为解决玉溪烟后本地苦荞品种退化、产量低、适应性差等问题, 2020 年在玉溪引种 9 个苦荞品种进行烟后种植试验及评价, 旨在筛选出适宜玉溪烟后种植的适应性强、丰产性和稳定性好的苦荞品种。结果表明, 供试苦荞品种的主要农艺性状和产量构成因子与产量呈正相关, 主茎节数对产量有显著影响。各性状与产量相关性由大到小排序为主茎节数、单株粒数、主茎一级分枝、单株粒重、株高、千粒重。云荞 1 号产量最高, 达 2 740. 14 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照增产 16. 10%, 其次是云荞 2 号, 达 2 720. 14 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照增产 15. 25%; 黔苦 6 号产量排第 3, 达 2 610. 13 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照增产 10. 59%。丰产性和稳定性评价表明, 云荞 1 号和黔苦 6 号在烟后种植的产量水平高且稳定性和适应性好, 昭苦 2 号和格务在玉溪烟后种植具有较好适应性、丰产性和稳定性, 在玉溪烟后种植推广具有较好前景。

**关键词** 苦荞; 烟后种植; 丰产性; 稳定性; 高稳系数法

**中图分类号** S517 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2023)03-0023-05

**doi:** 10. 3969/j. issn. 0517-6611. 2023. 03. 005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Analysis on the High Yield and Stability of Tartary Buckwheat Varieties after Introducing Tobacco in Yuxi

LIU Jia, HU Xuan-jiang, ZHANG Yan-jun et al (Yuxi Academy of Agricultural Sciences, Yuxi, Yunnan 653100)

**Abstract** To solve the problems of low yield and poor adaptability of local tartary buckwheat varieties after Yuxi tobacco production, nine varieties of tartary buckweats in Yuxi were used for experiment and evaluation after tobacco production, so as to screen suitable varieties of tartary buckwheat with high adaptability, good yield and stability in Yuxi after tobacco production. Results showed that main agronomic traits and yield component factors of tested tartary buckwheat varieties were positively correlated with yield, the number of main stem nodes had significant effects on yield. The correlation degrees of different characters with yield from high to low was in the order of main stem nodes, grains per plant, first-order branching of main stem, grains per plant, plant height and 1 000-grain weight. Yunqiao 1 had the highest yield, which was 2 740. 14 kg/hm<sup>2</sup>, enhanced by 16. 10% compared with control, followed by Yunqiao 2, which was 2 720. 14 kg/hm<sup>2</sup>, enhanced by 15. 25% compared with control. Yield of Qianku 6 took the third place, which was 2 610. 13 kg/hm<sup>2</sup> and enhanced by 10. 59% compared with CK. Fertility and stability evaluation showed that Yunqiao 1 and Qianku 6 had high yield, good stability and adaptability after tobacco production; Zhao-ku 2 and Gewu had good adaptability, stability and yield, which had relatively good extension prospect in Yuxi.

**Key words** Buckwheat; Planting after tobacco; High yield; Stability; HSC<sub>i</sub>

苦荞属蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*), 属一年生草本植物, 含有丰富的维生素 E 和可溶性膳食纤维<sup>[1]</sup>, 苦荞营养丰富, 富含蛋白质、脂肪酸、维生素、矿物质和芦丁等营养成分, 是一种经济价值很高的天然保健品<sup>[2-3]</sup>。荞麦除了可以作为粮食作物进行储备外, 还对人类的健康和营养供给方面有重要作用<sup>[4]</sup>。近年来, 随着人民生活水平的提高、全社会健康观念的加强和追求平衡营养及保健意识的兴起, 荞麦产品及其加工制品已深入人们的日常生活, 并逐渐成为当今人类的重要营养保健食品<sup>[5]</sup>。针对玉溪烟后种植的本地苦荞品种退化、品种混杂严重、单产水平低及适应性差等问题, 通过引进云南省内外 9 个优良苦荞品种开展烟后苦荞品种丰产稳产种植试验及评价, 掌握玉溪引种烟后苦荞品种的适宜玉溪烟后种植的适应性、丰产性和稳定性, 以期为宜玉溪烟后苦荞种植提供理论依据。

前人研究表明, 作物产量与植株形态有密切关系<sup>[6-7]</sup>, 燕麦籽粒产量与株高、千粒重、穗数、穗重、穗粒数均显著相

关<sup>[8]</sup>, 大豆产量与倒伏密切相关, 而倒伏又与株高、茎粗、主茎节数和分枝数密切相关<sup>[9]</sup>。陈稳良等<sup>[10]</sup>研究发现, 荞麦产量也由多个性状共同作用, 作物产量是受多基因控制的性状<sup>[11-12]</sup>。评价农作物品种丰产性和稳定性方法较多, 其中金文林提出秩次分析法<sup>[13]</sup>, 张群远等<sup>[14-15]</sup>提供了互作方差分解法, 目前较常用的高稳系数分析法 HSC<sub>i</sub> 应用于玉米杂交育种<sup>[16]</sup>, 陈润玲等<sup>[17-21]</sup>在玉米、大豆、小豆、甜菜和苦荞作物的丰产性、稳定性和适应性综合评价中应用效果较好。鉴于此, 笔者对 9 个玉溪引种烟后苦荞品种试验结果进行综合分析, 研究烟后苦荞植株主要农艺性状和产量构成因子与产量的关系, 采用高稳系数法客观分析和评价供试苦荞品种的丰产性、稳产性及适应性。

### 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于玉溪市澄江市海口镇新村村委会(102°53'32"E, 24°38'29"N), 海拔 1 908. 3 m。试验地土壤类型为红壤, 前茬作物为烤烟, 地势平坦。试验地耕作层土壤养分检测结果为 pH 6. 46, 有机质 23. 32 g/kg, 有效氮 99. 62 mg/kg, 有效磷 42. 34 mg/kg, 速效钾 205. 37 mg/kg, 有效硼 0. 89 mg/kg, 有效锌 1. 56 mg/kg。

**1.2 供试材料** 供试苦荞品种云荞 1 号、云荞 2 号、云荞 3 号、九江苦荞、黔苦 6 号、昭苦 1 号、昭苦 2 号由云南省农业科学院生物技术与种质资源研究所提供, 迪苦 1 号和格务由迪

**基金项目** 玉溪市农业科学院科技计划项目“苦荞新品种引种筛选及绿色种植技术措施研究”(2020-YNK-KQ016)。

**作者简介** 刘佳(1988—), 女, 云南玉溪人, 助理农艺师, 从事农作物育种及种植技术与推广。\* 通信作者, 高级农艺师, 硕士, 从事农产品质量检验检测及农作物种植技术等方面的研究与推广。

**收稿日期** 2022-01-18; **修回日期** 2022-11-14

庆州农业技术推广中心提供,玉溪灰苦荞由玉溪市农业科学院自繁供试。

**1.3 试验设计** 试验采用随机区组排列设计,10 个处理,3 次重复,以玉溪灰苦荞为对照(CK),小区面积为 10.0 m<sup>2</sup>,小区长×宽=5.0 m×2.0 m,每个小区种植 5 行,行距 40 cm,播种量为 105 万株/hm<sup>2</sup>,四周设置保护行。在前茬烤烟收获后及时清除烟株、杂草和地膜,撒施有机肥 3 000 kg/hm<sup>2</sup>,深耕细耙,开沟条播覆土,待苗出齐后追施尿素 150 kg/hm<sup>2</sup>,在田间植株籽粒有 70%成熟时及时收获。

**1.4 试验方法** 高稳系数法是由温振民和张永科于 1994 年探讨玉米杂交种高产和稳产方面研究时提出,其主要内容是基于观察记载品种的遗传基因和当地种植环境因子综合分析,最终获得作物产量,并择选出目标品种产量(按比对照增产 10%计算)作为标准进行统一比较<sup>[16]</sup>,如式(1)。

$$HSC_i = \frac{1.10\bar{X}_{ck} - (\bar{X}_i - S_i)}{1.10\bar{X}_{ck}} \times 100\%$$

(1)

式中, $\bar{X}_i$ 为第*i*个供试品种的平均产量, $\bar{X}_{ck}$ 为对照品种的平均产量, $S_i$ 第*i*个供试品种的标准差。

表 1 不同烟后苦荞品种生育期比较

Table 1 Comparison of growth period of different tartary buckwheat varieties

| 序号<br>Code | 品种名称<br>Variety name | 播种期<br>Sowing date | 出苗期<br>Emergence stage | 现蕾期<br>Budding stage | 开花期<br>Flowering stage | 成熟期<br>Mature stage | 生育期天数<br>Growth period//d |
|------------|----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|---------------------------|
| 1          | 云荞 1 号               | 09-05              | 09-12                  | 10-11                | 10-23                  | 11-24               | 73                        |
| 2          | 云荞 2 号               | 09-05              | 09-11                  | 10-09                | 10-20                  | 11-24               | 74                        |
| 3          | 云荞 3 号               | 09-05              | 09-12                  | 10-10                | 10-25                  | 11-30               | 79                        |
| 4          | 九江苦荞                 | 09-05              | 09-10                  | 10-13                | 10-24                  | 11-26               | 77                        |
| 5          | 格务                   | 09-05              | 09-13                  | 10-16                | 10-28                  | 12-04               | 82                        |
| 6          | 黔苦 6 号               | 09-05              | 09-12                  | 10-12                | 10-23                  | 11-25               | 74                        |
| 7          | 昭苦 1 号               | 09-05              | 09-10                  | 10-13                | 10-24                  | 11-22               | 73                        |
| 8          | 昭苦 2 号               | 09-05              | 09-11                  | 10-10                | 10-22                  | 11-24               | 74                        |
| 9          | 迪苦 1 号               | 09-05              | 09-12                  | 10-13                | 10-26                  | 11-28               | 77                        |
| 10         | 玉溪灰苦荞(CK)            | 09-05              | 09-11                  | 10-07                | 10-21                  | 11-26               | 76                        |

表 2 不同苦荞品种主要农艺性状比较

Table 2 Comparison of major agronomic characters of different tartary buckwheat varieties

| 序号<br>Code | 品种名称<br>Variety name | 株高<br>Plant height<br>cm | 茎粗<br>Stem<br>diameter<br>cm | 主茎节数<br>Main stem<br>nodes<br>节 | 主茎一级分枝<br>First-order<br>branching of<br>main stem//个 |
|------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1          | 云荞 1 号               | 92.8 E                   | 1.79 BCD                     | 15.2 A                          | 5.9 A                                                 |
| 2          | 云荞 2 号               | 100.1 BC                 | 1.85 BC                      | 14.4 BCD                        | 4.3 CDE                                               |
| 3          | 云荞 3 号               | 104.1 AB                 | 1.62 DE                      | 14.6 ABC                        | 5.2 AB                                                |
| 4          | 九江苦荞                 | 95.4 CDE                 | 1.54 E                       | 13.8 DE                         | 4.2 CDE                                               |
| 5          | 格务                   | 107.2 A                  | 1.84 BC                      | 14.9 AB                         | 4.5 BCDE                                              |
| 6          | 黔苦 6 号               | 99.3 BCD                 | 1.76 BCD                     | 14.5 ABCD                       | 5.3 AB                                                |
| 7          | 昭苦 1 号               | 86.0 F                   | 2.10 A                       | 14.0 CDE                        | 5.7 A                                                 |
| 8          | 昭苦 2 号               | 95.1 CDE                 | 1.89 B                       | 14.7 ABC                        | 5.1 ABC                                               |
| 9          | 迪苦 1 号               | 94.2 DE                  | 1.68 CDE                     | 14.2 BCDE                       | 5.1 ABCD                                              |
| 10         | 玉溪灰苦荞(CK)            | 84.6 F                   | 1.59 DE                      | 13.5 E                          | 4.2 CE                                                |

注:同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著。

Note:Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level.

**1.5 调查方法** 田间调查记载各供试品种生育期,在田间植株籽粒有 70%成熟时,在每个小区随机选取 50 株对其株高、主茎节数、主茎一级分枝数、单株粒数、单株粒重、千粒重等进行调查,以及按小区实际产量进行称重计产。

**1.6 数据处理** 采用 Excel 2010 软件处理及 DPS 7.05<sup>[22]</sup> 软件进行数据处理。

2 结果与分析

**2.1 不同苦荞品种生育期比较** 从表 1 可以看出,供试 10 个苦荞品种生育期天数在 73~82 d,云荞 1 号和昭苦 1 号生育期天数均较短,为 73 d,较对照品种早 3 d,表现较为早熟;格务生育期最长,较对照品种晚 6 d,表现较晚熟;其余品种生育期天数在 74~79 d。

**2.2 不同苦荞品种主要农艺性状比较** 从表 2 可以看出,从株高来看,供试品种平均株高在 84.6~107.2 cm,格务最高,达 107.2 cm,较对照高 22.6 cm,对照玉溪灰苦荞最矮,为 84.6 cm,其余供试品种株高均高于对照;从茎粗来看,供试品种昭苦 1 号最粗,为 2.10 cm,九江苦荞最细,为 1.54 cm,其余供试品种在 1.59~1.89 cm;从主茎节数来看,主茎节数

最多为云荞 1 号,有 15.2 节,最少是对照玉溪灰苦荞,仅有 13.5 节,其余供试品种在 13.8~14.9 节;从主茎一级分枝来看,供试苦荞品种的主茎一级分枝为 4.2~5.9 个,最多为云荞 1 号,有 5.9 个,九江苦荞和对照玉溪灰苦荞较少,均为 4.2 个。

**2.3 不同苦荞品种产量构成因素比较** 研究表明单位面积株数、单株粒数和千粒重是构成苦荞产量的主要因素,只有使单位面积株数、株粒数和千粒重协调发展,才能保证理想的产量<sup>[23]</sup>。由表 3 可知,从单株粒重来看,供试品种单株粒重表现最重为云荞 1 号(7.7 g),最轻为对照玉溪灰苦荞(4.0 g),其余品种在 4.1~7.2 g;从单株粒数来看,供试品种中单株粒数最多为云荞 1 号(299.6 粒),最少的为九江苦荞(122.3 粒),其余品种为 145.7~287.7 粒;从千粒重来看,供试品种千粒重表现最重为黔苦 6 号(31.1 g),最轻为云荞 2 号(23.5 g),其余品种在 24.2~28.8 g。

**2.4 不同苦荞品种产量比较** 由表 4 可知,供试苦荞品种以云荞 1 号产量最高,小区平均产量为 2.74 kg,折合产量达

表 3 不同苦荞品种产量构成因素的比较

Table 3 Comparison of yield component factors of different tartary buckwheat varieties

| 序号<br>Code | 品种名称<br>Variety name | 单株粒重<br>Grain weight<br>per plant//g | 单株粒数<br>Grains per<br>plant//粒 | 千粒重<br>1 000-grain<br>weight//g |
|------------|----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1          | 云荞 1 号               | 7.7 A                                | 299.6 A                        | 25.5 BCD                        |
| 2          | 云荞 2 号               | 4.3 DE                               | 182.9 D                        | 23.5 D                          |
| 3          | 云荞 3 号               | 5.0 C                                | 198.4 D                        | 25.2 BCD                        |
| 4          | 九江苦荞                 | 4.7 CD                               | 122.3 F                        | 25.7 BCD                        |
| 5          | 格务                   | 6.8 B                                | 239.4 C                        | 28.4 ABC                        |
| 6          | 黔苦 6 号               | 4.1 E                                | 145.7 E                        | 31.1 A                          |
| 7          | 昭苦 1 号               | 6.9 B                                | 240.8 C                        | 28.8 AB                         |
| 8          | 昭苦 2 号               | 7.2 AB                               | 287.7 A                        | 25.0 BCD                        |
| 9          | 迪苦 1 号               | 7.2 B                                | 262.2 B                        | 27.9 ABC                        |
| 10         | 玉溪灰苦荞(CK)            | 4.0 E                                | 160.7 E                        | 24.2 CD                         |

注: 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著。  
Note: Different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level.

表 4 不同苦荞品种产量比较

Table 4 Comparison of the yield of different tartary buckwheat varieties

| 序号<br>Code | 品种名称<br>Variety name | 小区产量<br>Plot yield<br>kg | 折合产量<br>Converted<br>yield//kg/hm <sup>2</sup> | 较 CK 增减±<br>Compared with<br>CK//kg/hm <sup>2</sup> | 较 CK 增减±<br>Compared<br>with CK//% | 位次排列<br>Rank |
|------------|----------------------|--------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| 1          | 云荞 1 号               | 2.74                     | 2 740.14 aA                                    | 380.02                                              | 16.10                              | 1            |
| 2          | 云荞 2 号               | 2.72                     | 2 720.14 aA                                    | 360.02                                              | 15.25                              | 2            |
| 3          | 云荞 3 号               | 2.37                     | 2 370.12 abA                                   | 10.00                                               | 0.42                               | 7            |
| 4          | 九江苦荞                 | 2.13                     | 2 130.11 bA                                    | -230.01                                             | -9.75                              | 10           |
| 5          | 格务                   | 2.60                     | 2 600.13 abA                                   | 240.01                                              | 10.17                              | 4            |
| 6          | 黔苦 6 号               | 2.61                     | 2 610.13 abA                                   | 250.01                                              | 10.59                              | 3            |
| 7          | 昭苦 1 号               | 2.51                     | 2 510.13 abA                                   | 150.01                                              | 6.36                               | 6            |
| 8          | 昭苦 2 号               | 2.56                     | 2 560.13 abA                                   | 200.01                                              | 8.47                               | 5            |
| 9          | 迪苦 1 号               | 2.34                     | 2 340.12 abA                                   | -20.00                                              | -0.85                              | 9            |
| 10         | 玉溪灰苦荞(CK)            | 2.36                     | 2 360.12 abA                                   | —                                                   | —                                  | 8            |

注: 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; 同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著。  
Note: Different lwoercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level.

表 5 不同苦荞品种产量方差分析

Table 5 Yield variance analysis of different tartary buckwheat varieties

| 变异来源<br>Source of<br>variation | 平方和<br>Quadratic<br>sum | 自由度<br>Degree of<br>freedom | 均方<br>Mean<br>square | F       | P       |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|---------|---------|
| 区组间 Between groups             | 0.189 9                 | 2                           | 0.094 9              | 1.143 0 | 0.340 8 |
| 处理间 Between treatments         | 0.972 4                 | 9                           | 0.108 0              | 1.301 0 | 0.302 2 |
| 误差 Error                       | 1.494 6                 | 18                          | 0.083 0              |         |         |
| 总变异 Total variation            | 2.656 9                 | 29                          |                      |         |         |

2.5 不同性状与产量的相关性分析 由表 6 可知,调查的主要农艺性状和产量构成因子与产量呈正相关,相关性由大到小顺序排序为主茎节数>单株粒数>主茎一级分枝>单株粒重>株高>千粒重。主茎节数对产量影响显著,其余农艺性状和产量构成因子对产量影响显著水平不明显。

2.6 不同性状与产量的通径分析 由表 7 可知,株高、主茎一级分枝、单株粒重的通径系数分别为-0.008 2、-0.072 0 和-0.194 5,对产量的直接作用为负相关,主茎节数、单株粒数和千粒重的通径系数分别为 0.205 9、0.005 1、0.026 8,对

2 740.14 kg/hm<sup>2</sup>,较对照玉溪灰苦荞增产 16.10%,其次是云荞 2 号,小区平均产量为 2.72 kg,折合产量达 2 720.14 kg/hm<sup>2</sup>,较对照玉溪灰苦荞增产 15.25%。黔苦 6 号产量第 3,小区平均产量为 2.61 kg,折合产量达 2 610.13 kg/hm<sup>2</sup>,较对照玉溪灰苦荞增产 10.59%。格务产量排第 4,小区平均产量为 2.60 kg,折合单产达 2 600.13 kg/hm<sup>2</sup>,较对照玉溪灰苦荞增产 10.17%。云荞 3 号、昭苦 1 号和昭苦 2 号较对照玉溪灰苦荞增产 0.42%~8.47%,其余品种与对照相比均减产,九江苦荞减产幅度最大,为 230.01 kg/hm<sup>2</sup>,减少了 9.75%。方差分析和新复极差测定表明,云荞 1 号和云荞 2 号与九江苦荞产量差异达显著水平,其余供试品种产量差异不显著(表 5),但除九江苦荞和迪苦 1 号产量低于对照玉溪灰苦荞产量外,其余供试苦荞品种产量水平均高于对照玉溪灰苦荞。

产量的直接作用为正相关。通过引种烟后苦荞试验的主要农艺性状和产量构成因子与产量的相关性和通径分析结果表明,主茎节数和单株粒数对产量的影响显著较明显,引种苦荞品种的株高较本地玉溪灰苦荞高、主茎一级分枝较多、单株粒较重,这极有可能与供试品种基因性状及当地种植生态环境适应性相关。

2.7 丰产性和稳定性综合评价 公式(1)的高稳系数值越小,表明该品种越高产稳产,其 HSC<sub>i</sub> 可能为正,可能为负,但不能为 0<sup>[16]</sup>。供试品种云荞 1 号和黔苦 6 号产量高于对照,同时也高于目标品种产量,高稳系数 HSC<sub>i</sub> 低于对照和目标产量的高稳系数值,说明云荞 1 号和黔苦 6 号品种的丰产性与稳定性都很好;昭苦 2 号和格务产量均高于对照,昭苦 2 号产量低于目标产量,高稳系数 HSC<sub>i</sub> 低于对照,但高于目标产量品种,说明昭苦 2 号和格务的丰产性和稳产性都较好,但距目标产量品种均尚有差距;云荞 2 号、云荞 3 号和昭苦 1 号产量虽高于对照,但高稳系数 HSC<sub>i</sub> 高于对照,说明该 3 个供试品种的稳产性较对照品种差;九江苦荞和迪苦 1 号产量低于对照,高稳系数 HSC<sub>i</sub> 高于对照,表明这 2 个品种的丰产

性和稳产性均不如对照品种。

从表 8 可以看出,对照玉溪灰苦荞变异系数最小,为 3.39%,说明本地玉溪灰苦荞品种具有较好适应当地的种植环境;云荞 1 号和黔苦 6 号变异系数分别为 4.39% 和 3.44%,略大于对照品种变异系数,表明云荞 1 号和黔苦 6 号能较好地适应玉溪烟后种植环境;昭苦 2 号和格务的丰产性和稳产性均优于对照玉溪灰苦荞品种,适应性稍弱于对照玉溪灰苦荞当地品种;其余供试品种的适应性不如对照玉溪灰苦

荞当地品种。由此可以得出,供试品种云荞 1 号和黔苦 6 号在玉溪烟后种植的丰产性、稳定性和适应性较好,昭苦 2 号和格务的丰产性、稳定性和适应性次之,而九江苦荞和迪苦 1 号的丰产性和稳定性差、适应性不强。该试验研究通过高稳系数  $HSC_i$  综合评价在玉溪烟后荞麦种植环境条件下的供试品种丰产和稳产的综合性能,这与在蚕豆<sup>[24]</sup>、玉米<sup>[25]</sup>等研究结论基本相符。

表 6 苦荞不同性状与产量的相关性分析  
Table 6 Correlation analysis between characters and yield of tartary buckwheat

| 性状<br>Character                                    | $X_1$ 株高<br>Plant height | $X_2$ 主茎一级分枝<br>First-order<br>branching of<br>main stem | $X_3$ 主茎节数<br>Main stem nodes | $X_4$ 单株粒重<br>Grain weight<br>per plant | $X_5$ 单株粒数<br>Grains<br>per plant | $X_6$ 千粒重<br>1 000-grain<br>weight | $Y_7$ 产量<br>Yield |
|----------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| $X_1$ 株高 Plant height                              | 1.000 0                  |                                                          |                               |                                         |                                   |                                    |                   |
| $X_2$ 主茎一级分枝<br>First-order branching of main stem | -0.160 0                 | 1.000 0                                                  |                               |                                         |                                   |                                    |                   |
| $X_3$ 主茎节数 Main stem nodes                         | 0.590 0                  | 0.510 0                                                  | 1.000 0                       |                                         |                                   |                                    |                   |
| $X_4$ 单株粒重 Grain weight per plant                  | -0.070 0                 | 0.600 0                                                  | 0.530 0                       | 1.000 0                                 |                                   |                                    |                   |
| $X_5$ 单株粒数 Grains per plant                        | -0.060 0                 | 0.620 0*                                                 | 0.620 0*                      | 0.930 0**                               | 1.000 0                           |                                    |                   |
| $X_6$ 千粒重 1 000-grain weight                       | 0.130 0                  | 0.410 0                                                  | 0.110 0                       | 0.160 0                                 | -0.020 0                          | 1.000 0                            |                   |
| $Y_7$ 产量 Yield                                     | 0.202 8                  | 0.394 6                                                  | 0.696 6*                      | 0.261 8                                 | 0.466 4                           | 0.071 0                            | 1.000 0           |

注: \* 表示在 0.05 水平显著相关; \*\* 表示在 0.01 水平极显著相关。  
Note: \* indicated significant correlation at 0.05 level; \*\* indicated extremely significant correlation at 0.01 level.

表 7 不同性状通径系数比较  
Table 7 Comparison of path coefficients of different characters

| 项目<br>Item                                         | 直接作用<br>Direct<br>function | 间接作用 Indirect function        |                                                            |                                    |                                           |                                     |                                      |
|----------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                    |                            | → $X_1$ 株高<br>Plant<br>height | → $X_2$ 主茎一级分枝<br>First-order<br>branching of<br>main stem | → $X_3$ 主茎节数<br>Main stem<br>nodes | → $X_4$ 单株粒重<br>Grain weight<br>per plant | → $X_5$ 单株粒数<br>Grains per<br>plant | → $X_6$ 千粒重<br>1 000-grain<br>weight |
| $X_1$ 株高 Plant height                              | -0.008 2                   |                               | -0.048 6                                                   | -0.125 3                           | -0.063 5                                  | -2.470 1                            | -0.210 2                             |
| $X_2$ 主茎一级分枝<br>First-order branching of main stem | -0.072 0                   | -7.206 7                      |                                                            | -1.036 7                           | -0.309 6                                  | -13.167 9                           | -1.691 9                             |
| $X_3$ 主茎节数 Main stem nodes                         | 0.205 9                    | 21.434 8                      | 1.070 7                                                    |                                    | 1.029 5                                   | 40.851 7                            | 5.188 8                              |
| $X_4$ 单株粒重 Grain weight per plant                  | -0.194 5                   | -18.559 3                     | -0.817 1                                                   | -2.684 7                           |                                           | -23.792 5                           | -4.999 7                             |
| $X_5$ 单株粒数 Grains per plant                        | 0.005 1                    | 0.549 4                       | 0.023 1                                                    | 0.076 4                            | 0.034 9                                   |                                     | 0.145 6                              |
| $X_6$ 千粒重 1 000-grain weight                       | 0.026 8                    | 2.660 7                       | 0.142 0                                                    | 0.388 5                            | 0.109 9                                   | 3.903 9                             |                                      |

表 8 不同荞麦品种丰产稳产比较  
Table 8 Comparison of high and stable yield of different tartary buckwheat varieties

| 序号<br>Code | 品种名称<br>Variety name | 产量均值<br>Average yield<br>kg/hm <sup>2</sup> | 较 CK<br>Compared<br>with CK//±% | 标准差 Si<br>kg | 变异系数<br>CV//% | 高稳系数<br>HSC <sub>i</sub> //% | 高稳系<br>数位次 Rank |
|------------|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------|------------------------------|-----------------|
| 1          | 玉溪灰苦荞(CK)            | 2 360.12                                    | —                               | 80.00        | 3.39          | 12.17                        | 5               |
| 2          | 目标产量品种               | 2 596.13                                    | 10.00                           | 88.00        | 3.39          | 3.39                         | —               |
| 3          | 云荞 1 号               | 2 740.14                                    | 16.10                           | 120.14       | 4.39          | -0.79                        | 1               |
| 4          | 云荞 2 号               | 2 720.14                                    | 15.25                           | 437.55       | 16.11         | 12.21                        | 6               |
| 5          | 云荞 3 号               | 2 370.12                                    | 0.42                            | 122.89       | 5.18          | 13.44                        | 7               |
| 6          | 九江苦荞                 | 2 130.11                                    | -9.75                           | 240.08       | 11.25         | 27.07                        | 9               |
| 7          | 格务                   | 2 600.13                                    | 10.17                           | 298.18       | 11.47         | 11.33                        | 4               |
| 8          | 黔苦 6 号               | 2 610.13                                    | 10.59                           | 89.63        | 3.44          | 3.04                         | 2               |
| 9          | 昭苦 1 号               | 2 510.13                                    | 6.36                            | 323.59       | 12.89         | 15.78                        | 8               |
| 10         | 昭苦 2 号               | 2 560.13                                    | 8.47                            | 165.24       | 6.45          | 7.75                         | 3               |
| 11         | 迪苦 1 号               | 2 340.12                                    | -0.85                           | 573.00       | 24.49         | 31.93                        | 10              |

3 结论与讨论

目前,关于苦荞产量与主要农艺性状相关性的研究已有不少报道<sup>[26-28]</sup>。该研究结果表明,烟后种植的苦荞的主要农艺性状和产量构成因子与产量呈正相关,相关性由大到小排

序为主茎节数>单株粒数>主茎一级分枝>单株粒重>株高>千粒重。主茎节数对产量影响显著,其余农艺性状和产量构成因子对产量影响显著水平不明显。株高、主茎一级分枝、单株粒重的通径系数为负数,对产量的直接作用为负相关,

主茎节数、单株粒数和千粒重的通径系数为正数,对产量的直接作用为正相关。李月等<sup>[29]</sup>认为,苦荞产量与株高、主茎节数、单株粒重、单株粒数呈极显著正相关,与分枝数呈显著正相关,与千粒重呈不显著正相关;杨明君等<sup>[30]</sup>认为,苦荞产量与株高、主茎节数、单株粒重呈极显著正相关,与单株粒数呈显著正相关,与分枝数、千粒重呈不显著正相关。该试验研究结论与前人研究部分结论一致。

该试验对玉溪烟后的 10 个供试苦荞品种进行产量分析,不同荞麦品种产量差异达显著水平,其中以云荞 1 号产量最高,平均产量达 2 740. 14 kg/hm<sup>2</sup>,较对照玉溪灰苦荞增产 16. 10%,其次是云荞 2 号,为 2 720. 14 kg/hm<sup>2</sup>,较对照增产 15. 25%,黔苦 6 号次之,平均产量为 2 610. 13 kg/hm<sup>2</sup>,较对照增产 10. 59%,随后为格务,平均产量达 2 600. 13 kg/hm<sup>2</sup>,较对照增产 10. 17%;云荞 3 号、昭苦 1 号和昭苦 2 号较对照增产 0. 42%~8. 47%。该试验结果显示,云荞 1 号和黔苦 6 号在玉溪烟后种植的丰产性、稳定性和适应性较好,昭苦 2 号和格务的丰产性、稳定性和适应性次之,而九江苦荞和迪苦 1 号的丰产性和稳定性差、适应性不强。综上所述,云荞 1 和黔苦 6 号在烟后种植的产量水平高且稳定性和适应性好,昭苦 2 号和格务在玉溪烟后种植具有较好适应性、丰产性和稳定性,在玉溪烟后种植推广具有较好前景。

## 参考文献

- [1] 陈思,彭德川,颜卫,等. 苦荞麦不同器官的膳食纤维含量和种类分析[J]. 食品研究与开发,2009,30(11):26-29.
- [2] 林汝法. 中国荞麦[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [3] 戴丽琼. 农艺措施对荞麦产量和品质形成的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2011.
- [4] 任长忠,赵钢. 中国荞麦学[M]. 北京:中国农业出版社,2015:1-8.
- [5] 赵钢,彭镡心,向达兵. 荞麦栽培学[M]. 北京:科学出版社,2015:1-11.
- [6] HSU P, WALTON P D. Relationships between yield and its components and structures above the flag leaf node in spring wheat[J]. Crop science, 1971,11(2):190-193.
- [7] 杨建昌,朱庆森,曹显祖. 水稻群体冠层结构与光合特性对产量形成作用的研究[J]. 中国农业科学,1992,25(4):7-14.
- [8] 武俊英,刘景辉,王怀栋,等. 不同燕麦品种产量及其与构成因素的相关性研究[J]. 作物杂志,2011(5):36-40.

- [9] 周蓉,王贤智,陈海峰,等. 大豆倒伏性及其相关性状的 QTL 分析[J]. 作物学报,2009,35(1):57-65.
- [10] 陈稳良,赵雪英,李秀莲,等. 苦荞产量与主要性状的灰色关联度评价[J]. 山西农业科学,2009,37(10):23-25.
- [11] LI J Z, HUANG X Q, HEINRICHS F, et al. Analysis of QTLs for yield components, agronomic traits, and disease resistance in an advanced back-cross population of spring barley[J]. Genome, 2006,49(5):454-466.
- [12] GUO M, RUPE M A, YANG X F, et al. Genome-wide transcript analysis of maize hybrids: Allelic additive gene expression and yield heterosis[J]. Theoretical and applied genetics, 2006,113(5):831-845.
- [13] 金文林. 作物区试中品种稳定性评价的秩次分析模型[J]. 作物学报, 2000,26(6):925-930.
- [14] 张群远,孔繁玲. 多年多点区试中一种分析品种稳定性的方法[J]. 中国农业大学学报,1997,2(3):37-43.
- [15] SHUKLA G K. An invariant test for the homogeneity of variances in a two-way classification[J]. Biometrics, 1972,28(4):1063-1072.
- [16] 温振民,张永科. 用高稳系数法估算玉米杂交种高产稳产性的探讨[J]. 作物学报,1994,20(4):508-512.
- [17] 陈润玲,赵保献,智润芳,等. 河南省玉米区试品种高产稳产性分析[J]. 杂粮作物,2001,21(4):20-21.
- [18] 刘建兵,李贵全,焦碧娟,等. 高稳系数法对大豆新品种(系)的分析[J]. 中国油料作物学报,2006,28(3):347-349.
- [19] 孟宪欣. 应用高稳系数法分析小豆品种高产稳定性[J]. 安徽农学通报, 2006,12(12):79-80.
- [20] 骆爱基. 国家甜菜区试品种的丰产性稳定性分析[J]. 中国甜菜糖业, 2007(1):23-26.
- [21] 边巴卓玛,金涛,杨素涛,等. 西藏引种苦荞产量稳定性分析[J]. 中国农学通报,2018,34(33):25-31.
- [22] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [23] 张耀文,邢亚静,崔春香,等. 山西小杂粮[M]. 太原:山西科学技术出版社,2006.
- [24] 何桂芳. 应用 HSC 法评价蚕豆高产稳产性[J]. 杂粮作物,2001,21(2):28-29.
- [25] 吴伟华,柳家友,贾延钊. 玉米新品种高产稳产适应性综合评判[J]. 玉米科学,2004,12(5):46-47.
- [26] 唐国顺,毛建昌. 大巴山区荞麦种质资源主要农艺性状与单株产量的通径分析[J]. 陕西农业科学,1996,42(4):10-11.
- [27] 于万利,王思远,李殿申,等. 甜荞产量性状相关性分析[J]. 吉林农业大学学报,1992,14(3):21-24,93.
- [28] 吴渝生. 荞麦主要农艺性状的遗传相关分析[J]. 云南农业大学学报, 1996, 11(4):258-262.
- [29] 李月,石桃雄,黄凯丰,等. 苦荞生态因子及农艺性状与产量的相关分析[J]. 西南农业学报,2013,26(1):35-41.
- [30] 杨明君,杨媛,郭忠贤,等. 旱作苦荞麦籽粒产量与主要性状的相关分析[J]. 内蒙古农业科技,2010(2):49-50.

(上接第 14 页)

- [35] ZHAO Y, CHEN M S, ZHAO Z G, et al. The antibiotic activity and mechanisms of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) bagasse extract against food-borne pathogens[J]. Food chemistry, 2015,185:112-118.
- [36] 何荣荣. 海南产茶枯饼成分分析及茶皂素分离提取、抑菌机制与应用研究[D]. 海口:海南大学,2019:45-50.
- [37] SHIT S C, SHAH P M. Edible polymers: Challenges and opportunities[J]. Journal of polymers, 2014,2014:1-13.
- [38] KROCHTA J M, DE MULDER-JOHNSTON C. Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities[J]. Food technology, 1997,51(2):61-71.
- [39] CHEN C Y, PENG X, ZENG R, et al. *Ficus hirta* fruits extract incorporated into an alginate-based edible coating for nanfeng mandarin preservation[J]. Scientia horticulturae, 2016,202:41-48.
- [40] ZHANG Y, MA Q M, CRITZER F, et al. Physical and antibacterial properties of alginate films containing cinnamon bark oil and soybean oil[J]. LWT-food science and technology, 2015,64(1):423-430.
- [41] OLIVAS G I, MATTINSON D S, BARBOSA-CÁNOVAS G V. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples[J]. Post-harvest biology & technology, 2007,45(1):89-96.

- [42] SULTAN M, HAFEZ O M, SALEH M A, et al. Smart edible coating films based on chitosan and beeswax-pollen grains for the postharvest preservation of Le Conte pear[J]. RSC advances, 2021,11(16):9572-9585.
- [43] GUOXIA W, GANG C, QING L, et al. Effect of *Ginkgo biloba* leaf extract on preservation of "Shatang" orange[J]. Journal of environmental biology, 2019,40:434-440.
- [44] GROSSO A L, RIVEROS C, ASENSIO C M, et al. Improving walnuts' preservation by using walnut phenolic extracts as natural antioxidants through a walnut protein-based edible coating[J]. Journal of food science, 2020,85(10):3043-3051.
- [45] SOLEIMANI M, REZAEI S, NODEHI R N, et al. Eco-friendly control of licorice aqueous extract to increase quality and resistance to postharvest decay in apple and tangerine fruits[J]. Journal of environmental health science and engineering, 2021,19(1):1107-1116.
- [46] PANGALLO S, LI DESTRI NICOSIA M G, SCIBETTA S, et al. Preharvest and postharvest applications of a pomegranate peel extract to control citrus fruit decay during storage and shelf life[J]. Plant disease, 2021,105(4):1013-1018.
- [47] 张海霞,包良. 紫色马铃薯花青素的抑菌性及其对草莓保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技, 2021,42(24):293-298.