

白城地区播期和播量对藜麦农艺性状和产量的影响

田娟, 张曼, 孙墨可, 董玉迪, 王春龙, 李春花, 冷静文, 魏黎明* (白城市农业科学院, 吉林白城 137000)

摘要 [目的]选出白城地区藜麦的最佳播种期和播种量。[方法]以白城市农业科学院系选品系编号 2013-BL113 藜麦为材料,在白城地区采用两因素裂区试验设计,以播期为主处理、播量为副处理,研究播期和播量对藜麦农艺性状和产量的影响。[结果]随着播期的延迟,生育期逐渐缩短;株高、无效分枝、单株重和小区产量受播期影响显著,有效分枝和第一次有效分枝部位受播种密度影响显著;在试验设计范围内,最佳播种时期为 5 月 6 日,最适宜种植密度为 56 700 株/hm²,产量最高达到 2 359.60 kg/hm²。[结论]该研究对白城地区藜麦种植提供了理论依据。

关键词 藜麦;播种时期;种植密度;白城;农艺性状;产量

中图分类号 S519 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)24-0039-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.24.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Sowing Date and Sowing Rate on Agronomic Characters and Yield of Quinoa in Baicheng Area

TIAN Juan, ZHANG Man, SUN Mo-ke et al (Baicheng Academy of Agricultural Sciences, Baicheng, Jilin 137000)

Abstract [Objective] The best sowing period and sowing rate of quinoa in Baicheng area were selected. [Method] The effect of sowing date and sowing rate on the agronomic characters and yield of quinoa was studied by using 2013-BL113, a selected strain of Baicheng Academy of Agricultural Sciences, as the material, and using two factor split plot experiment design in Baicheng area, with the main treatment of the sowing date and the secondary treatment of the sowing rate. [Result] With the delay of sowing time, the growth period gradually shortened; plant height, ineffective branches, plant weight and plot yield were significantly affected by sowing date, the effective branches and the first effective branch were significantly affected by sowing rate; within the experimental design range, the best sowing date was May 6, the optimum sowing rate was 56 700 plants/hm², and the maximum yield could reach 2 359.60 kg/hm². [Conclusion] This study provides a theoretical basis for quinoa planting in Baicheng area.

Key words Quinoa; Sowing date; Sowing rate; Baicheng; Agronomic character; Yield

藜麦属于双子叶一年生藜科植物,是一种安全的碱性食物,蛋白质含量高达 14%~22%,其品质可与奶粉、肉类相媲美^[1],被人们称为“假谷物”,在南美洲大陆有几千年的栽培历史。联合国粮农组织(FAO)认为,藜麦是唯一含有完全蛋白且可满足人体基本营养需求的单体植物^[2],并将 2013 年定为“国际藜麦年”。藜麦适应环境能力较强,能够适应盐碱^[3-4]、寒冷^[5]和干旱^[6-7]等恶劣环境。藜麦在世界各地引种栽培面积逐年扩大。在美国、加拿大、印度、英国、丹麦、希腊、意大利和其他欧洲国家等多个不同气候地区都被成功引种和种植^[8]。国内也开展了藜麦新品种选育^[9-10]、栽培技术改进^[11-12]、抗逆性^[13-14]、病害防治^[15]、生物学特性评价^[16-17]、品质分析^[18-19]、组织培养^[20-21]及分子研究^[22]等工作。由于藜麦品种对温度、日照时长及光周期反应敏感^[23-24],为了观察、总结藜麦在吉林省白城市的生产适应性和栽培技术,笔者采用两因素裂区试验设计,研究了各播期、播量下藜麦生育期、农艺性状和产量的影响,旨在为白城藜麦新品种的引种和大规模推广种植提供理论参考,并为藜麦育种及抗逆性研究提供新思路。

1 材料与方法

1.1 材料 供试藜麦来源于白城市农业科学院,系选品系编号为 2013-BL113。

1.2 试验地概况 试验于 2019 年 5—10 月在白城市农业科

学院试验地进行。试验地的地理位置在北纬 45.62°、东经 122.84°,海拔 153 m,位于吉林省西北部,嫩江平原西部,科尔沁草原东部;地处大兴安岭山脉东麓平原区,气候属温带大陆性季风气候;藜麦生育期内降雨总量为 305 mm,降雨分布在 5—8 月。生育期积温为 2 563.1℃,高温天气出现在 6—8 月(图 1)。田间管理措施严格按照当地高产种植技术规范进行。

1.3 试验设计 采用两因素裂区试验设计,以播期(A)为主处理,隔 10 d 设置一个播期,共分为 3 个水平:A₁ 为 5 月 5 日,A₂ 为 5 月 15 日,A₃ 为 5 月 25 日;以播量(B)为副处理,设 4 个水平:B₁ 为 43 350 株/hm²、B₂ 为 56 700 株/hm²、B₃ 为 70 035 株/hm²、B₄ 为 83 370 株/hm²。种植方式穴播,每穴播 5~10 粒。小区面积为 18 m²(5.0 m×3.6 m),3 次重复,四周设置 5 m 保护行。为保证良好的土壤墒情,播种 3 d 前灌水,保证各播期墒情一致。播前先开沟 8~10 cm,撒施基肥,施肥量 500 kg/hm²,肥料为硫酸钾复合肥(N-P₂O₅-K₂O=16-16-16)。出苗后 4~6 叶期间苗,每穴留苗 1 株,及时除草、培土,在 7 月 20 日第 1 次灌水,7 月 30 日第 2 次灌水。8 月 19 日至 9 月 2 日(藜麦叶片 80% 枯黄并有部分开始脱落,为藜麦完熟期)进行收获测产。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生育时期观测。根据藜麦生育过程中生理及形态特征的变化,参照任永峰等^[25]的相关研究,将藜麦一生分为 7 个生育时期,分别为播种、苗期、分枝期、显穗期、开花期、灌浆期和成熟期。记录各生育时期具体日期,以 50% 植株达到此时期生育进程为依据。

基金项目 白城市科技发展计划项目(201802)。

作者简介 田娟(1985—),女,吉林松原人,助理研究员,硕士,从事燕麦、藜麦育种研究。* 通信作者,研究员,从事燕麦、藜麦育种研究。

收稿日期 2020-04-20;修回日期 2020-05-20

1.4.2 农艺性状调查。在藜麦成熟期调查株高、有效分枝数、无效分枝数、主穗长度、主穗宽度、第1次有效分枝部位，每份材料每个小区取5株求平均值。

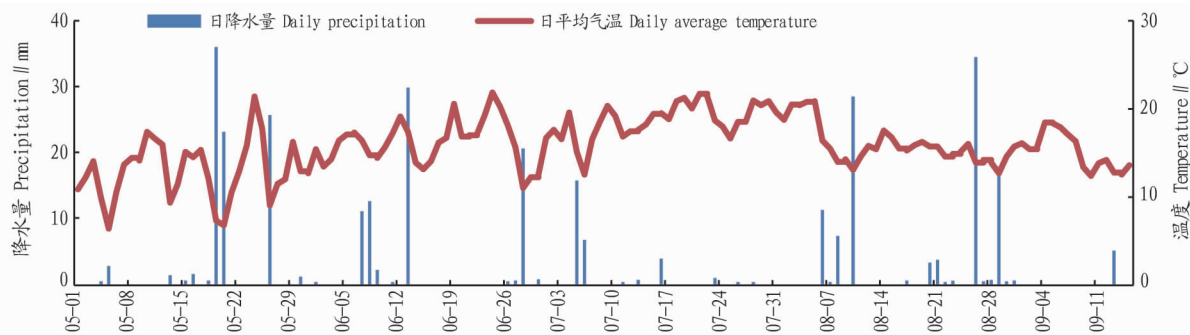


图1 白城市2019年5—9月日降水量和日平均气温

Fig.1 Daily precipitation and average temperature of Baicheng City from May to September 2019

1.4.3 产量测定。在藜麦叶片80%枯黄并有部分开始脱落时(完熟期)进行收获测产,每区随机取5株考种,包括:籽粒直径、单株籽粒重、千粒重。小区产量为小区实收产量+5株考种产量。

1.5 数据分析 使用WPS 2019软件对试验数据进行整理和统计分析,用IBM SPSS Statistics 19.0软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同播期下藜麦生育期的影响 由表1可看出,3个播

期的生育期有差别,随着播种时期的推迟,生育期逐渐缩短。 $A_1 \sim A_3$ 营养生长阶段为29~36 d,生殖生长阶段均为69 d。营养生长阶段中,不同播期藜麦出苗日期都是持续5 d无差别,可能与白城地区5月1日过后地温达到了藜麦的最佳出苗温度,所以随着播期推迟出苗时间没有变化,分枝期差异也不大,主要差异表现在分枝到显穗阶段, A_1 最长(19 d), A_3 最短(11 d),两者相差8 d。生殖生长阶段时间相同,但是各生育期略有差别,其中差异最大的是开花灌浆阶段, A_1 与 A_3 相差6 d。

表1 不同播期处理下藜麦生育期情况

Table 1 Growth period of quinoa under different sowing dates

| 处理 Treatment | 播种日期 Sowing date | 出苗日期 Seeding stage | 分枝日期 Branching stage | 显穗日期 Heading stage | 开花日期 Anthesis | 灌浆日期 Filling stage | 成熟日期 Mature stage | 生育期 Growth period//d |
|--------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| A_1 | 05-06 | 05-11(5) | 05-23(12) | 06-11(19) | 06-25(14) | 07-15(20) | 08-19(35) | 105 |
| A_2 | 05-16 | 05-19(5) | 06-03(13) | 06-18(15) | 07-03(15) | 07-20(17) | 08-26(37) | 102 |
| A_3 | 05-26 | 05-31(5) | 06-13(13) | 06-24(11) | 07-10(16) | 07-24(14) | 09-01(39) | 98 |

注:括号中的数字代表该生育时期与上一个生育时期的间隔天数

Note:The number of days in brackets represent the intervals between the growth period and last growth period

2.2 不同播期、播量下藜麦农艺性状影响 在裂区设计下进行统计分析,利用SPSS分别将株高、主穗长、主穗宽、无效分枝、有效分枝、第1次有效分枝6个指标进行方差分析,重复作为区组变量参与分析^[26]。由表2可知,株高指标中播种时期的Sig值小于0.05,表明播种时期对株高有显著影响,其他处理作用不明显;主穗长和主穗宽在各处理下差异均不显著;无效分枝指标中播种时期的Sig值小于0.05,表明播种时期对无效分枝有显著影响;同理,有效分枝和第1次有效分枝指标中播种密度的Sig值均小于0.05,表明播种密度对有

效分枝和第1次有效分枝有显著影响,而其他处理对有效分枝和第1次有效分枝作用不明显。

2.3 不同播期、播量下藜麦产量性状影响 利用SPSS分别将小区产量、千粒重、直径、单株重4个产量指标进行方差分析,重复作为区组变量参与分析,结果如表3所示:小区产量指标中播种时期的Sig值小于0.05,表明播种时期对小区产量有显著影响,其他处理作用不明显;千粒重和直径在各处理下差异均不显著;单株重指标中播种时期的Sig值小于0.05,表明播种时期对单株重有显著影响,其他处理作用不明显。

表2 农艺性状主体间效应检验

Table 2 Inter-subject effect test of agronomic characters

| 源 Source | 株高 Plant height | | 主穗长 Main spike length | | 主穗宽 Main spike width | |
|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value |
| 截距 Intercept | 5 761.375 | 0.000 | 1 394.144 | 0.001 | 1 428.927 | 0.001 |
| 区组 Group | 4.130 | 0.106 | 4.164 | 0.105 | 0.947 | 0.461 |
| 播种时期 Sowing date | 18.377 | 0.010 | 0.932 | 0.465 | 1.434 | 0.339 |
| 播种时期 * 区组 Sowing date * Group | 0.701 | 0.601 | 0.971 | 0.447 | 1.652 | 0.205 |
| 播种密度 Sowing density | 0.670 | 0.581 | 0.094 | 0.962 | 0.382 | 0.767 |

接下表

续表 2

| 源 Source | 无效分枝 Invalid branch | | 有效分枝 Valid branch | | 第 1 次有效分枝 1st valid branch | |
|--|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
| | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value |
| 播种时期 * 播种密度 Sowing date * Sowing density | 0.274 | 0.942 | 1.360 | 0.283 | 0.460 | 0.829 |
| 截距 Intercept | 1 510.838 | 0.001 | 792.187 | 0.001 | 1 750.001 | 0.001 |
| 区组 Group | 0.700 | 0.549 | 0.318 | 0.745 | 0.443 | 0.670 |
| 播种时期 Sowing date | 16.909 | 0.011 | 1.703 | 0.292 | 1.577 | 0.313 |
| 播种时期 * 区组 Sowing date * Group | 3.735 | 0.022 | 5.628 | 0.004 | 4.579 | 0.010 |
| 播种密度 Sowing density | 2.168 | 0.127 | 3.672 | 0.032 | 3.903 | 0.026 |
| 播种时期 * 播种密度 Sowing date * Sowing density | 0.470 | 0.822 | 0.265 | 0.946 | 1.299 | 0.307 |

表 3 产量性状主体间效应检验

Table 3 Intersubjective effect test of yield characters

| 源 Source | 产量 Yield | | 千粒重 1 000-grain weight | | 直径 Diameter | | 单株重 Weight per plant | |
|--|----------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value | F 值 F value | Sig 值 Sig value |
| 截距 Intercept | 8 037.985 | 0.000 | 229 963.390 | 0.000 | 742 984.032 | 0.000 | 191.821 | 0.005 |
| 区组 Group | 0.062 | 0.941 | 0.031 | 0.970 | 0.040 | 0.961 | 2.773 | 0.176 |
| 播种时期 Sowing date | 18.820 | 0.009 | 0.871 | 0.485 | 0.079 | 0.925 | 16.390 | 0.012 |
| 播种时期 * 区组 Sowing date * Group | 2.838 | 0.055 | 1.220 | 0.337 | 2.428 | 0.085 | 1.071 | 0.400 |
| 播种密度 Sowing density | 0.983 | 0.423 | 0.664 | 0.625 | 3.903 | 0.608 | 1.804 | 0.183 |
| 播种时期 * 播种密度 Sowing date * Sowing density | 1.673 | 0.185 | 1.038 | 0.985 | 1.299 | 0.464 | 0.248 | 0.954 |

2.4 不同播期、播量下藜麦产量影响 对不同播期种植密度下产量进行多重比较分析可知,不同处理组合对产量的影响也有差异,组合 A₁B₂ 产量最高,与 A₂B₁、A₂B₂、A₂B₃、A₂B₄、A₃B₁、A₃B₂、A₃B₃、A₃B₄ 间差异显著。说明 A₁ 是最佳播期, B₂ 是最佳播种密度。

表 4 不同播期与种植密度下产量的多重比较

Table 4 Multiple comparisons of yields at different sowing dates and planting densities

| 处理 Treatment | 产量 Yield//kg/hm ² | 处理 Treatment | 产量 Yield//kg/hm ² |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| A ₁ B ₁ | 1 966.00 a | A ₂ B ₃ | 1 150.27 b |
| A ₁ B ₂ | 2 359.60 a | A ₂ B ₄ | 1 226.15 b |
| A ₁ B ₃ | 1 945.43 a | A ₃ B ₁ | 1 251.75 b |
| A ₁ B ₄ | 2 202.68 a | A ₃ B ₂ | 1 461.28 b |
| A ₂ B ₁ | 1 273.41 b | A ₃ B ₃ | 1 366.76 b |
| A ₂ B ₂ | 1 117.08 b | A ₃ B ₄ | 991.46 c |

3 结论与讨论

该研究采用裂区试验设计,播期为主处理,播量为副处理,结果表明,随着播期的延迟,生育期逐渐缩短,这与邓万云等^[27]的研究结果相一致。株高、无效分枝、单株重和小区产量受播期影响显著,有效分枝和第一次有效分枝部位受播种密度影响显著,这与任永峰等^[28]的研究略有差异。通过多重比较分析可知,在试验设计范围内,最佳播种时期为 5 月 6 日,最适宜种植密度为 56 700 株/hm²,产量最高达到 2 359.60 kg/hm²,低于魏玉明等^[29]在甘肃地区的 4 579.5 kg/hm²和周海涛等^[30]在河北张家口地区的 3 637.32 kg/hm²,这可能是由于藜麦原产于安第斯山脉,最适种植高度为海拔 3 000~4 000 m 的高原或山地地区^[31],甘

肃和河北张家口地域气候冷凉,干燥,昼夜温差大,土壤瘠薄的山区与原产地相似,适宜藜麦生长。该研究所得最大产量也低于冯世杰等^[32]在隆中黄土高原陇藜 1 号种植密度为 192 315 株/hm²的产量(3 294 kg/hm²),可能是由于种植密度低(56 700 株/hm²)所造成的。这说明在白城地区随着栽培技术的改进藜麦会有较大增产潜力。

白城地区 2019 年 7 月 7 日到 8 月 4 日几乎没有降雨,期间平均温度高于 25 ℃,蒸腾速度快,此时正值藜麦灌浆期,对水的要求比较高,虽然在 7 月 20 日和 7 月 30 日进行 2 次灌水补救,但是 A₂ 和 A₃ 播期产量受到影响,藜麦出现严重倒伏,倒伏率最高达到 90%。这与刘瑞芳等^[33-36]的研究结果一致。藜麦在光合、营养和生殖过程中所需的基本温度为 1~10 ℃,而相应的最佳温度为 15~36 ℃^[37]。该研究选择的 3 个播期藜麦均能够成熟。A₁ 播期 8 月 16 日收获,A₃ 播期 9 月 2 日收获。白城地区一般初霜期为 9 月 27 日,整个 9 月温度都不低于 10 ℃,并且 9 月少雨,如果藜麦成熟期遇上雨季会导致穗发芽,今后要结合白城地区的降雨情况和风期,增加 6 月份播期处理,进一步研究白城地区藜麦的最佳播期。该研究选择的 4 个播种密度没有表现出明显的规律性,A₁、A₃ 播期的 B₂ 产量最高,但是 A₂ 播期的 B₂ 产量却最低,这可能与后期的倒伏影响有关,也说明在藜麦生产中要提高产量或者保持相对稳定的较高产量,不同的播种期所需的播种密度也不同,应该随着播种期的不同,灵活掌握种植密度。

参考文献

- [1] DILLEHAY T D,ROSSEN J,ANDRES T C,et al.Pre-ceramic adoption of peanut,squash,and cotton in Northern Peru[J].Science,2007,316(5833): 1890-1893.
- [2] 唐墨莲,袁惠芸.藜麦 餐桌上的新宠[N].健康报,2018-02-28(004).
- [3] GESSLER N,HUSSIN S,EL-FAR M M M,et al.Elevated atmospheric CO₂

- concentration leads to different salt resistance mechanisms in a *C₃* (*Chenopodium quinoa*) and a *C₄* (*Atriplex nummularia*) halophyte[J]. *Environmental and experimental botany*, 2015, 118: 67-77.
- [4] BOSE J, RODRIGO-MORENO A, SHABALA S. ROS homeostasis in halophytes in the context of salinity stress tolerance[J]. *Journal of experimental botany*, 2014, 65(5): 1241-1257.
- [5] BOIS J F, WINKEL T, LHOMME J P, et al. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature; Effects on germination, phenology, growth and freezing[J]. *European journal of agronomy*, 2006, 25(4): 299-308.
- [6] SUN Y, LIU F, BENDEVIS M, et al. Sensitivity of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties to progressive drought stress[J]. *Journal of agronomy and crop science*, 2014, 200(1): 12-23.
- [7] JENSEN C R, JACOBSEN S E, ANDERSEN M N, et al. Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying[J]. *European journal of agronomy*, 2000, 13(1): 11-25.
- [8] BHARGAVA A, SHUKLA S, OHRI D. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. *Field crops research*, 2007, 101(1): 104-116.
- [9] 杨发荣, 刘文瑜, 黄杰, 等. 河西地区 2 个藜麦品种引种试验研究[J]. *草地学报*, 2018, 26(5): 1273-1276.
- [10] 沈宝云, 李志龙, 郭谋子, 等. 中早熟藜麦品种条藜 1 号的选育[J]. *中国种业*, 2017(10): 71-73.
- [11] 田娟, 张曼, 孙墨可, 等. 白城地区藜麦栽培技术[J]. *现代农业科技*, 2018(5): 21-22.
- [12] 董艳辉, 王育川, 温鑫, 等. 藜麦育种技术研究进展[J]. *中国种业*, 2020(1): 8-13.
- [13] 温日宇, 刘建霞, 张珍华, 等. 干旱胁迫对不同藜麦种子萌发及生理特性的影响[J]. *作物杂志*, 2019(1): 121-126.
- [14] 袁飞敏, 权有娟, 陈志国. 不同钠盐胁迫对藜麦种子萌发的影响[J]. *干旱区资源与环境*, 2018, 32(11): 182-187.
- [15] 曹宁, 高旭, 陈天青, 等. 贵州藜麦的种植及病虫害防治[J]. *农技服务*, 2018, 35(4): 50-51.
- [16] 赵二劳, 杨浩. 藜麦中皂苷提取纯化工艺及其生物活性研究现状[J]. *分子植物育种*, 2019, 17(17): 5816-5821.
- [17] 黄杰, 杨发荣, 李敏权, 等. 13 个藜麦材料在甘肃临夏旱作区适应性的初步评价[J]. *草业学报*, 2016, 25(3): 191-201.
- [18] 岳凯, 刘文瑜, 魏小红. 干旱胁迫对不同品种藜麦内黄酮和抗氧化性的影响[J]. *分子植物育种*, 2019, 17(3): 956-962.
- [19] 郭敏, 卢恒谦, 王顺合, 等. 基于气相色谱-质谱联用技术的不同产地藜麦中脂肪酸及小分子物质组成分析[J]. *食品科学*, 2019, 40(8): 208-212.
- [20] 俞涵译, 蒋玉蓉, 毛泽阳, 等. 藜麦愈伤组织诱导体系优化研究(英文)[J]. *Agricultural science & technology*, 2015, 16(10): 2183-2188.
- [21] 曹宁, 高旭, 丁延庆, 等. 藜麦组织培养快速繁殖体系建立研究[J]. *种子*, 2018, 37(10): 110-112.
- [22] JARVIS D E, HO Y S, LIGHTFOOT D J, et al. The genome of *Chenopodium quinoa* [J]. *Nature*, 2017, 542(7641): 307-312.
- [23] BERTERO H D. Response of developmental processes to temperature and photoperiod in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) [J]. *Food reviews international*, 2003, 19(1/2): 87-97.
- [24] BENDEVIS M A, SUN Y, SHABALA S, et al. Differentiation of photoperiod-induced ABA and soluble sugar responses of two quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars [J]. *Journal of plant growth regulation*, 2014, 33(3): 562-570.
- [25] 任永峰, 王志敏, 赵沛义, 等. 内蒙古阴山北麓区藜麦生态适应性研究[J]. *作物杂志*, 2016(2): 79-82.
- [26] 梁万鹏, 赫春杰, 高钰, 等. 裂区设计下分析影响欧洲菊苣产量的因素[J]. *草地学报*, 2016, 24(3): 703-706.
- [27] 邓万云, 周继华, 黄琴, 等. 藜麦在北京地区适应性的初步研究[J]. *中国农业大学学报*, 2016, 21(12): 12-19.
- [28] 任永峰, 梅丽, 杨亚东, 等. 播期对藜麦农艺性状及产量的影响[J]. *中国生态农业学报*, 2018, 26(5): 643-656.
- [29] 魏玉明, 黄杰, 顾娟, 等. 甘肃省藜麦产业现状及发展思路[J]. *作物杂志*, 2016(1): 12-15.
- [30] 周海涛, 刘浩, 么杨, 等. 藜麦在张家口地区试种的表现与评价[J]. *植物遗传资源学报*, 2014, 15(1): 222-227.
- [31] 冯世杰. 陇中黄土高原藜麦不同种植密度试验报告[J]. *农业科技与信息*, 2019(5): 11-12.
- [32] 孙宇星, 迟文娟. 藜麦推广前景分析[J]. *绿色科技*, 2017(7): 197-198.
- [33] 刘瑞芳, 负超, 申为民, 等. 安阳地区藜麦品种对比试验[J]. *现代农业科技*, 2016(9): 44, 49.
- [34] 宋娇, 姚有华, 刘洋, 等. 6 个藜麦品种(系)农艺性状的主成分分析[J]. *青海大学学报*, 2017, 35(6): 6-10.
- [35] 时不彪, 耿安红, 李亚芳, 等. 江苏沿海地区 12 个藜麦品种田间综合评价及优良品种的耐渍性分析[J]. *江苏农业科学*, 2018, 46(15): 64-67.
- [36] 王艳青, 卢文浩, 李春花, 等. 10 个藜麦新品系主要农艺性状分析与综合评价[J]. *南方农业学报*, 2019, 50(3): 540-545.
- [37] PRÄGER A, BOOTE K J, MUNZ S, et al. Simulating growth and development processes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Adaptation and evaluation of the CSM-CROPGRO model[J]. *Agronomy*, 2019, 9(12): 1-30.

(上接第 38 页)

- [6] RASUL G, THAPA G B. Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: An assessment based on environmental, economic and social perspectives [J]. *Agricultural systems*, 2004, 79(3): 327-351.
- [7] 宋媛媛, 潘莉. 云南普洱生态茶园建设现状及前景分析[J]. *现代农业科技*, 2013(7): 73.
- [8] 李卫雁, 孙涛, 周外, 等. 生态茶园建设影响因素研究: 基于茶农的认知意识[J]. *安徽农业科学*, 2015, 43(15): 322-323.
- [9] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. *生态学报*, 1999, 19(5): 607-613.
- [10] 张天福. 建立高标准生态茶园的必要性与技术要求[J]. *茶叶科学技术*, 2009(1): 27.
- [11] 肖时英, 张木兰. 生态经济茶园及其栽培技术之探讨: 云南生态茶园的过去、现在和未来[J]. *茶叶*, 1993, 19(2): 8-11, 18.
- [12] 陈红伟, 汪云刚. 云南省生态茶园建设现状及发展方向[J]. *湖南农业科学*, 2014(12): 63-65.
- [13] 刘彤彤, 谢萍, 汪云秀. 云南省生态茶园建设的 SWOT 分析[J]. *农村经济与科技*, 2019(15): 213-214.
- [14] 李权林. 省政府办公厅发布《云南省高原特色现代农业“十三五”产业发展规划》[J]. *云南农业*, 2017(6): 53.
- [15] 毛加梅, 唐一春, 玉香甩, 等. 我国生态茶园建设模式研究进展[J]. *耕作与栽培*, 2010(5): 9-10, 13.
- [16] 刘义平. 生态茶园经济绿肥的适宜品种及其主要栽培技术[J]. *上海农业科技*, 2011(5): 106-107.
- [17] 罗华标, 谢立红. 浅谈“猪-沼-茶”生态茶园建设模式的应用[J]. *茶叶科学技术*, 2008(2): 43-44.
- [18] 潘永斌. 宁洱县生态茶园立体种植现状与模式探讨[J]. *中国茶叶*, 2017(7): 20.
- [19] 徐丽梅. 宁洱县茶产业生态绿色有机建设存在的问题与建议[J]. *蚕桑茶叶通讯*, 2018(5): 28-29.
- [20] 吉当玲, 庞晓莉, 廖书娟. 人工生态茶园土壤状况与茶树产量关系的调查研究[J]. *西南园艺*, 2005, 33(2): 10-11.
- [21] 陈佩, 杨知建, 肖润林. 遮阴对茶园生态环境及其茶树光合作用和产量的影响研究[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(11): 5604-5605, 5639.
- [22] 林丽, 胡晓燕. 生态茶园建设与茶树病虫害绿色防控综述[J]. *农业灾害研究*, 2017, 7(3): 56-58.
- [23] 周举. 生态茶园病虫害绿色防控技术探析[J]. *农民致富之友*, 2018(9): 42.
- [24] 陈玉兰. 山区生态茶园虫害绿色防控技术探析[J]. *科技经济导刊*, 2019, 27(6): 115.
- [25] 曹剑荣. 生态茶园病虫害绿色防控技术初探[J]. *绿色科技*, 2017(21): 78-79.
- [26] 高水练, 雷郑延, 户杉杉, 等. 农户茶园生态建设行为驱动因素及其作用路径研究: 基于安溪县样本数据的 SEM 实证[J]. *茶叶科学*, 2018, 38(4): 372-384.
- [27] 舒庆龄, 赵和涛. 不同茶园生态环境对茶树生育及茶叶品质的影响[J]. *生态学杂志*, 1990, 9(2): 13-17.
- [28] 冯耀宗. 物种多样性与人工生态系统稳定性探讨[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(6): 853-857.
- [29] 戴蕾. 浅谈普洱市恢复茶园生物多样性和建设生态茶园[J]. *科技传播*, 2011(6): 112-113.