

## 株距对青稞主要农艺性状及产量的影响

甘雅文, 唐亚伟\*, 扎西罗布, 刘仁建, 危文波, 达娃

(省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室西藏自治区农牧科学院农业研究所, 西藏拉萨 850032)

**摘要** 以西藏较大面积种植且具代表性的6种类型青稞品种(系)14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20为试验材料,以品种为主区,以8个种植株距5.00、4.00、3.30、2.85、2.50、2.20、2.00、1.80 cm为副区进行裂区试验,研究了6个不同品种8个株距下的主要农艺性状和产量的差异性。结果表明,随着种植株距的增加,6种青稞品种的株高、分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、穗重呈下降趋势,产量呈增加趋势。

**关键词** 青稞品种(系);株距;产量;农艺性状

**中图分类号** S512.3 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2021)20-0045-03

**doi**:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.20.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Effects of Plant Spacing on the Main Agronomic Characters and Yield of Highland Barley

GAN Ya-wen, TANG Ya-wei, Zhaxi luobu et al (State Key Laboratory of Hullless Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement, Tibet Agriculture Research Institute of TAAAS, Lhasa, Tibet 850032)

**Abstract** Six representative highland barley varieties (lines) 14-3492, 13-5171-7, Zangqing 16, Zangqing 17, Zangqing 18 and Zangqing 20 planted in a large area in Tibet were used as experimental materials. In order to study the differences of main agronomic characters and yield of 6 different varieties under 8 different plant distances, the split plot experiment was carried out in the main planting area with eight plant distances of 5.00, 4.00, 3.30, 2.85, 2.50, 2.20, 2.00 and 1.80 cm. With the increase of plant spacing, the plant height, tiller number, ear length, spikelet number, grain number per ear and ear weight of six highland barley varieties showed a downward trend, while the yield showed an increasing trend.

**Key words** Highland barley variety (line); Plant spacing; Yield; Agronomic characters

青稞(*Hordeum vulgare* var. *nudum*)属于禾本科大麦属的作物<sup>[1]</sup>,因其内外颖壳分离、籽粒裸露,又称裸大麦、仁大麦、元麦、米大麦等。目前,青稞主要分布在我国西藏、青海、四川的甘孜州和阿坝州、云南的迪庆、甘肃的甘南等高寒地区<sup>[2]</sup>,在西藏是种植面积最大、产量最多、分布最广的农作物,始终占全区粮食作物种植面积和产量70%<sup>[3-4]</sup>以上。在西藏的经济和生产生活中,青稞的地位举足轻重,它作为藏民不可替代的主粮,维护和保障了藏民在高原地区健康的生活<sup>[5-7]</sup>,青稞产量的丰产直接关系到藏区政治稳定和经济建设。青稞的产量直接影响着藏族人民的生产和生活水平,对藏区粮食安全、维护藏区社会稳定具有重大意义。在未来相当长的一段时间里,青稞产业发展的首要目标仍是提高产量<sup>[8]</sup>。为研究不同种植株距对青稞品种主要农艺性状产量的影响,笔者以14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20为试验材料,探究8个株距配置下6个青稞品种(系)的农艺性状和产量,以期通过合理株距配置获得高产,为青稞高产科学栽培选用合理株距配置提供理论依据。

## 1 材料与与方法

**1.1 试验材料** 试验选用西藏自治区农牧科学院选育的青稞品种(系)14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20。

**1.2 试验地田间管理** 试验于2020年在西藏自治区农牧科

学院农业研究所五号试验地开展,前茬作物为箭舌豌豆,土质为砂壤土,播种前精耕细作,人工撒施基肥磷酸二铵112.5 kg/hm<sup>2</sup>、尿素75 kg/hm<sup>2</sup>,于2020年4月20日人工小锄头开沟点播。全生育期共浇水2次:5月22日、6月13日。全生育期共追肥1次:分蘖、拔节期6月1日施入,追肥尿素37.5 kg/hm<sup>2</sup>。全生育期中耕松土除草4次,分别为5月18日、6月12日、6月27日、7月12日,深度为5 cm。

**1.3 试验设计** 在西藏自治区青稞种植模式调查的基础上,试验共设8个株距处理:A1处理为5.00 cm、A2处理为4.00 cm、A3处理为3.30 cm、A4处理为2.85 cm、A5处理为2.50 cm、A6处理为2.20 cm、A7处理为2.00 cm、A8处理为1.80 cm(表1)。随机区组设计,每处理3次重复,行长2 m,处理间留过道,四周设置保护行。

表1 试验设计  
Table 1 Test design

处理编号 Treatment code	品种(系)名称 Variety (line) name	株距 Row spacing cm
A1	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	5.00
A2	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	4.00
A3	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	3.30
A4	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	2.85
A5	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	2.50
A6	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	2.20
A7	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	2.00
A8	14-3492、13-5171-7、藏青16、藏青17、藏青18、藏青20	1.80

**1.4 测定项目及方法** 各小区随机拔取5株样本,成熟期测量株高、分蘖数、无效分蘖数、有效分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、粒重,各小区随机取点测定产量,每点取1 m<sup>2</sup>,称重,折

**基金项目** 省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室自主课题(XZNKY-2021-C-014-Z01);国家重点研发计划项目“青稞增产与资源高效利用途径”(2019YFD1001703-4)。

**作者简介** 甘雅文(1988—),女,安徽宿州人,助理研究员,从事作物遗传育种。\*通信作者,研究员,从事作物遗传育种研究。

**收稿日期** 2021-03-17

算成小区产量。株高:成熟后,每株茎基部到穗顶的高度,不含芒;穗长:从穗轴基部至穗顶部的长度,不含芒;小穗数:计数每株的穗数(包含未结实穗);穗粒数:每个穗子上的结实粒数。

**1.5 数据处理** 采用 Excel 2003、SPSS 11.5 软件对原始数据进行整理分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同处理对青稞农艺性状的影响** 表 2 显示了不同种植株距对青稞品种 14-3492、13-5171-7、藏青 16、藏青 17、藏青 18、藏青 20 农艺性状的影响。由表 2 可知,随着种植株距的增加,参试品种的株高、分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、穗重均呈下降的趋势,均表现为 A1 处理最高,A8 处理最低。

与 A1 处理相比,A8 处理中的 14-3492、13-5171-7、藏青 16、藏青 17、藏青 18、藏青 20 的穗粒数分别降低了 17.87%、10.26%、16.50%、8.55%、14.16%、12.15%;与 A1 处理相比,A8 处理中的 14-3492、13-5171-7、藏青 16、藏青 17、藏青 18、藏青 20 的穗重分别降低了 20.53%、21.15%、17.54%、16.82%、18.03%、29.54%。因此,随着种植株距的增加,6 个青稞品种的株高、分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、穗重都下降。

株距与株高、分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、穗重间的相关系数分别为-0.16、-0.87、-0.20、-0.76、-0.62、-0.56。株高、分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、穗重均呈负相关关系。其中,穗粒数、穗重呈显著负相关,分蘖数、小穗数呈极显著负相关关系。

表 2 不同处理对青稞主要农艺性状的影响

Table 2 Effects of different treatments on the major agronomic characters of highland barley

品种名称 Variety name	处理编号 Treatment code	株高 Plant height cm	分蘖数 Tiller number 个	穗长 Ear length cm	小穗数 Spikelet number 个	穗粒数 Spike grain number//个	穗重 Ear weight g
14-3492	A1	125.28	5.22	10.67	33.11	32.00	1.51
	A2	125.00	4.11	9.56	30.78	29.44	1.40
	A3	117.00	3.11	9.06	30.76	28.67	1.32
	A4	116.94	2.89	8.67	28.89	28.44	1.33
	A5	116.00	2.44	8.33	28.67	28.00	1.29
	A6	105.17	2.43	8.28	27.78	26.56	1.24
	A7	104.89	2.33	8.13	27.22	25.84	1.22
	A8	102.89	2.32	8.08	26.44	25.67	1.20
13-5171-7	A1	112.67	2.22	8.83	69.20	65.78	3.31
	A2	112.00	2.11	8.56	69.11	65.11	3.26
	A3	109.11	2.00	8.11	68.67	59.89	3.01
	A4	106.44	1.89	7.94	64.00	59.22	2.95
	A5	103.11	2.00	7.89	63.33	57.78	2.87
	A6	102.56	1.94	7.78	55.33	56.89	2.79
	A7	102.44	1.89	7.68	54.00	54.44	2.77
	A8	101.11	1.44	7.59	53.33	52.22	2.61
藏青 16 Zangqing 16	A1	101.67	3.67	8.78	76.67	68.33	3.25
	A2	101.11	3.57	8.11	76.44	67.93	3.19
	A3	98.11	3.11	7.28	70.67	62.70	2.93
	A4	97.89	2.11	6.94	67.33	62.67	2.89
	A5	96.78	1.67	6.56	66.02	60.33	2.86
	A6	96.68	1.44	6.31	66.00	58.89	2.74
	A7	95.33	1.43	6.22	62.00	57.78	2.69
	A8	84.89	1.42	6.20	61.33	57.67	2.68
藏青 17 Zangqing 17	A1	105.83	2.67	8.56	69.67	64.44	3.27
	A2	105.72	2.56	7.83	69.33	64.11	3.25
	A3	103.89	2.46	7.72	67.33	62.33	3.15
	A4	102.39	2.22	7.61	65.00	57.11	2.84
	A5	101.00	1.56	7.73	64.33	57.00	2.88
	A6	99.02	1.51	7.33	63.33	56.33	2.82
	A7	97.94	1.44	6.89	60.67	55.00	2.76
	A8	96.78	1.22	6.72	56.00	53.67	2.72
藏青 18 Zangqing 18	A1	98.28	7.44	8.21	27.56	27.49	1.22
	A2	97.78	7.00	8.11	27.11	26.33	1.15
	A3	96.67	6.44	7.56	26.56	25.89	1.13
	A4	96.58	5.89	7.50	26.44	25.33	1.09
	A5	95.57	5.00	7.39	26.29	24.78	1.06
	A6	94.56	3.98	7.29	25.56	24.22	1.07
	A7	93.73	3.97	7.21	24.56	23.90	1.05
	A8	84.36	3.89	7.16	23.00	22.44	1.00
藏青 20 Zangqing 20	A1	117.94	3.00	8.11	59.33	56.67	2.92
	A2	116.44	2.44	7.72	57.33	55.56	3.91
	A3	112.33	2.33	7.45	53.33	49.89	2.61
	A4	111.56	2.19	7.17	52.33	48.56	2.54
	A5	110.67	2.14	6.83	51.40	48.11	2.47
	A6	106.00	1.87	6.79	51.33	46.11	2.42
	A7	105.78	1.22	6.78	46.00	39.67	2.07
	A8	103.61	1.13	6.74	42.00	39.44	2.06

**2.2 对不同处理对青稞产量的影响** 表 3 为不同种植株距下青稞品种(系)14-3492、13-5171-7、藏青 16、藏青 17、藏青 18、藏青 20 的产量变化。由图 1 可知,随着种植株距的增加,青稞产量呈现增加趋势。6 个青稞品种(系)均表现为 A8 处理下产量最高,与 A7 处理的产量差异不显著,但与其他株距处理产量差异达到显著水平。A1 处理下青稞产量最低,不同处理产量排序为 A8 处理>A7 处理>A6 处理>A5 处

理>A4 处理>A3 处理>A2 处理>A1 处理。8 个种植株距下 6 个参试品种的平均产量为 2 733.45~5 733.6 kg/hm<sup>2</sup>,13-5171-7 在 8 个种(系)植株距下的产量均高于其他参试品种。与 A1 处理相比,A8 处理下青稞品种 14-3492、13-5171-7、藏青 16、藏青 17、藏青 18、藏青 20 的产量分别提高 45.90%、24.42%、41.22%、35.98%、45.33%、30.12%。

表 3 不同处理对青稞产量的影响

Table 3 Effects of different treatments on the yield of highland barley

kg/hm<sup>2</sup>

处理编号 Treatment code	14-3492	13-5171-7	藏青 16 Zangqing 16	藏青 17 Zangqing 17	藏青 18 Zangqing 18	藏青 20 Zangqing 20
A1	2 750.10	4 333.50	2 733.45	3 083.40	2 833.50	3 750.15
A2	3 666.75	4 633.50	3 733.50	3 583.50	3 250.20	4 333.50
A3	4 116.90	4 683.60	3 783.45	3 666.75	3 333.45	4 383.45
A4	4 633.50	4 683.60	3 933.45	3 783.45	3 416.85	4 483.50
A5	4 650.15	4 916.85	4 066.80	3 866.85	4 333.50	4 583.55
A6	4 733.55	5 333.55	4 533.45	3 916.80	4 500.15	4 816.80
A7	4 866.90	5 600.25	4 566.90	4 250.25	4 850.25	5 166.90
A8	5 083.50	5 733.60	4 650.15	4 816.80	5 183.55	5 366.85

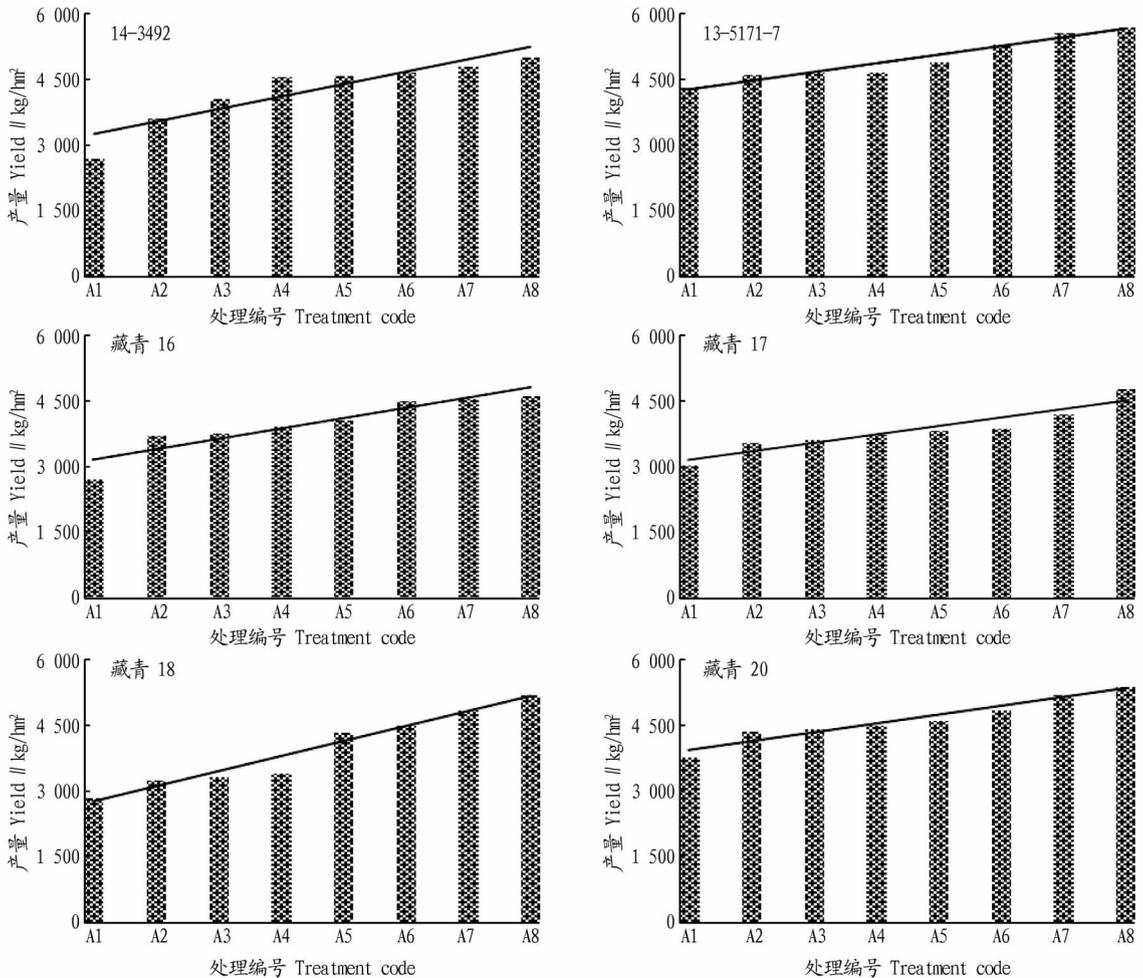


图 1 不同种植株距对青稞产量的影响

Fig.1 Effects of different plant spacing on yield of highland barley

### 3 结论与讨论

该试验结果表明,随着株距的增加,青稞品种(系)14-3492、13-5171-7、藏青 16、藏青 17、藏青 18、藏青 20 的产量

呈增加趋势,株距 A8 和 A7 处理间差异不显著,与其他株距处理达到显著水平;随着株距的增加,参试青稞新品种(系)

(下转第 79 页)

加大了人类从事农业生产活动的难度。水域在平地分布指数为 4.25, 优势性显著, 随着坡度升高分布指数逐渐降低, 由于受到水体自身特征的影响, 水域多分布在平地上。居民点及工矿用地分布指数在平地对比其他地区达到最高, 分布面积随坡度上升而减少, 因为人类从事生活和生产活动多集中在地势平坦的地区。林地和草地集中分布于坡度大于 15° 的地区, 达到总面积的 90% 以上, 分布指数呈峰值现象, 在斜坡地区达到峰值, 在缓陡坡地区分布指数大于 1, 属于优势分布。林地和草地在坡度高的地区优势性明显, 对高坡度的环境具有较强的适应性。在陡坡地区, 只有其他用地分布指数大于 1, 说明在这一坡度界限内具有绝对优势。

坡向对于山地生态有着较大的作用, 山地的方位对日照时数和太阳辐射强度有影响, 对耕地和园地的分布有很大影响。无坡向地区土地面积最小, 占总面积的 2.59%, 但在这一地区耕地、园地分布指数相比其他坡向为最大值, 且除此外只有在半阳坡和阳坡分布指数大于 1, 说明耕地、园地在无坡向地区和阳坡地区优势性显著, 这是因为这些地区可为作物生长提供足够的光照, 适宜耕种。林地、草地分布受坡向影响不明显, 除在无坡向地区分布较少外, 在其他各坡向分布较为均匀, 在半阴坡和阴坡分布指数大于 1, 说明在这些地区属优势分布。居民点及工矿用地在无坡向和阳坡地区分布指数大于 1, 有 75% 以上分布在这些地区, 这是由于人类从事生产和生活活动多集中在平地, 且有一定的采光要求, 所以这些地区相对其他区域具有优势性。坡向对水域分布无明显影响。

### 3 结论

由研究区土地利用现状数据可知, 该地区土地利用类型主要为林地、耕地、草地, 分别达到总面积的 57.66%、19.15%、14.33%, 占整个地区土地面积的 90% 以上, 其他土地利用类型所占比例较小。土地利用类型的空间分布明显受到地形因素的影响和制约, 土地利用和地形因子具有显著的相关性。耕地和园地主要分布在高程小于 1 100 m 且坡度小于 15° 的平地、缓平地 and 缓地上, 在无坡向和阳坡地区分布较

多; 林地主要分布在海拔 500 m 以上且坡度大于 15° 的斜坡和陡坡上, 受坡向影响不大; 草地主要分布在海拔 800 m 以下且坡度大于 15° 的斜坡和陡坡上, 阳坡上分布大于阴坡; 居民点及工矿用地多分布于海拔低于 800 m 且坡度小于 15° 的平地 and 缓地上, 在无坡向和阳坡上分布较多; 水域主要分布在海拔低于 500 m 且坡度小于 6° 的缓地和缓平地上, 受坡向影响不大。综上所述, 在低海拔、地势平缓、阳光充足且水源丰富的地区; 适宜人类进行各种生产和生活活动, 耕地和园地多分布于这一类地区; 而在高海拔、地势陡峭的阴面地区, 恶劣的外部环境限制人类活动, 故林地和草地多分布于这些地区。

### 参考文献

- [1] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996.
- [2] 李硕, 沈占锋, 刘克俭, 等. 大河流域土地利用变化的地形梯度效应分析[J]. 农业工程学报, 2021, 37(5): 275-284.
- [3] 石运杰, 蔡葵, 吴文春, 等. 基于地形特征分异的土地利用分布研究: 以珠穆朗玛峰国家级自然保护区为例[J]. 水土保持研究, 2021, 28(2): 394-400.
- [4] 李玲, 何方, 吴楠, 等. 淮河流域上游山区不同地形因子下的土地利用变化研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(34): 16973-16975.
- [5] 李益敏, 王东驰, 袁静, 等. 基于地形梯度的高山峡谷区土地利用时空格局及功能分区[J]. 水土保持通报, 2020, 40(6): 303-311, 331.
- [6] 郝雅璐, 常庆瑞, 刘海飞. 基于 GIS 的县域土地利用与地形因子关系研究: 以陕西省黄陵县为例[J]. 水土保持通报, 2012, 32(6): 134-137, 141.
- [7] 杨洋, 毕如田. 黄土高原典型地貌类型的土地利用分形特征[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(1): 101-104.
- [8] 吕静, 常庆瑞. 黄土高原土石山区土地利用空间分布研究[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(8): 93-96.
- [9] 赵益祯, 曹建农, 张晓栋, 等. 宝塔区土地利用的地形梯度效应与空间格局[J]. 干旱区地理, 2020, 43(5): 1307-1315.
- [10] 孙丕苓, 许月卿, 王数. 环京津贫困带土地利用变化的地形梯度效应分析[J]. 农业工程学报, 2014, 30(14): 277-288.
- [11] 罗丹, 常庆瑞. 渭北黄土台塬区土地利用空间分布的地形特征研究[J]. 西部大开发(土地开发工程研究), 2018, 3(1): 1-8.
- [12] 代冬梅, 吴国平, 司惠超. 基于 DEM 的浏阳市土地利用空间格局分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(3): 1231-1234.
- [13] 马廷刚, 秦占飞, 常庆瑞, 等. 县域土地利用的地形特征分析: 以陕西省户县为例[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(6): 191-194, 221.
- [14] 罗丹, 王涛, 常庆瑞. 县域农村居民点适宜性评价: 以陕西省陇县为例[J]. 中国农学通报, 2019, 35(14): 157-164.
- [15] 林超, 李昌文. 阴阳坡在山地地理研究中的意义[J]. 地理学报, 1985, 40(1): 20-28.

(上接第 47 页)

的株高、分蘖数、穗长、小穗数、穗粒数、穗重随着种植株距的增加呈下降的趋势。适宜的行株距配置可以调节个体生长发育, 最大程度发挥群体效应, 是作物获得高产的有效途径<sup>[9-10]</sup>。从理论上讲, 所有能够有效提高作物的光合效率和养分利用效率的行株距配置都有利于作物的高产<sup>[11-12]</sup>。

### 参考文献

- [1] 蔡成勇, 朱首军, 周军. 淳源县青稞立地土壤肥力特性与配方肥研制方案[J]. 陕西林业科技, 2009(2): 53-57.
- [2] 朱印酒. 西藏青稞资源与分布特征[J]. 西藏大学学报(自然科学版), 2011, 26(1): 42-45.
- [3] 关卫星, 其美旺姆, 雄奴塔巴. 大力发展冬青稞复种推动青稞增产增效: 基于“冬青 18 号”复种生产工作调研[J]. 西藏农业科技, 2018, 40(2): 37-39.
- [4] 朱明霞, 张玉红, 白婷, 等. 不同施肥水平对青稞籽粒灌浆期淀粉与蛋白

- 积累特性的影响[J]. 大麦与谷类科学, 2019, 36(4): 39-44, 52.
- [5] 胡单, 杨永红. 不同施氮对冬青稞幼苗光合色素·生物量及产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(24): 14561-14563, 14585.
- [6] 陈丽华, 张志斌, 侯志强, 等. 青海省青稞主栽品种农艺性状分析[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(3): 439-444.
- [7] 朱明霞, 白婷, 靳玉龙, 等. 施肥对春青稞干物质积累、分配及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2020, 36(25): 7-13.
- [8] 吴昆仑, 姚晓华, 姚有华, 等. 多元化用途背景下青稞品种选育的思考与实践[J]. 西藏农业科技, 2018, 40(S1): 1-2.
- [9] 于欢. 不同种植密度对向日葵相关性状及产量的影响[J]. 现代农业科技, 2017(14): 10, 14.
- [10] 杨吉顺, 高辉远, 刘鹏, 等. 种植密度和行距配置对超高产夏玉米群体光合特性的影响[J]. 作物学报, 2010, 36(7): 1226-1233.
- [11] 李和平, 何晓庆, 李锴雯, 等. 行距配置对小麦生长与产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(6): 47-49, 61.
- [12] 李积铭, 李爱国, 贾英全, 等. 机械化栽培条件下株距对油葵生长发育及产量的影响[J]. 作物杂志, 2019(6): 71-75.