

不同耕种方式对青稞生长生理特性及产量的影响

胡再青¹,周喜荣¹,徐冬丽¹,王国平¹,
郭建炜¹,刘广才²,张忠广¹,刘梅金^{1*}

(1.甘肃省甘南藏族自治州农业科学研究所,甘肃 合作 747000;2.甘肃省农业技术推广总站,甘肃 兰州 730000)

摘要:为进一步探明宽幅匀播与常规条播对青稞生长生理特性及产量的影响,以甘南州农业科学研究所自主选育“甘青9号”为供试品种,采用机械宽幅匀播与人工常规条播进行不同耕种方式对高原青稞生长、光合特性及产量形成的研究。结果表明:宽幅匀播可有效增加青稞穗长、穗粒质量及产量,优化青稞叶片光合特性,促进青稞产量增加,且宽幅匀播较常规条播增产14.29%,而常规条播叶绿素含量(soil and plant analyzer development, SPAD)整体略高于宽幅匀播。宽幅匀播优于常规条播,利于高原青稞种植生产。

关键词:耕种方式;甘青9号;青稞;产量

中图分类号:S512.3

文献标志码:A

Effects of Different Cultivation Methods on Growth Physiological Characteristics and Yield of Highland Barley

HU Zaiqing¹, ZHOU Xirong¹, XU Dongli¹, WANG Guoping¹, GUO Jianwei¹, LIU Guangcai², ZHANG Zhongguang¹, LIU Meijin^{1*}

(1. Institute of Agricultural Sciences, Gannan Tibetan Autonomous Prefecture, Gansu Hezuo 747000, China; 2. Gansu Agricultural Technology Extension Station, Gansu Lanzhou 730000, China)

Abstract: To further explore the effects of wide range uniform sowing and conventional strip sowing on the physiological characteristics and yield of highland barley, ‘Ganqing 9’ independently selected by Gannan Agricultural Science Research Institute as the test variety, different cultivation methods of mechanical wide range uniform sowing and artificial conventional strip sowing were performed and the growth, photosynthetic characteristics, and yield formation of highland barley were studied. The results showed that wide range uniform sowing can effectively increase the ear length, ear grain quality, and yield of highland barley, optimize the photosynthetic characteristics of highland barley leaves, promote the increase yield of highland barley, and increase the yield by 14.29% compared to conventional strip sowing. However, the SPAD of conventional strip sowing is slightly higher overall than that of wide uniform sowing. Wide uniform sowing is better than conventional drill sowing, which is beneficial for the cultivation and production of highland barley.

Key Words: cultivation mode; Ganqing 9; highland barley; yield

青稞(*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.), 属于禾本科大麦属, 又因成熟籽粒内外稃与颖果分离, 裸露籽粒, 故称为裸大麦、米大麦及元麦^[1-2]。青稞不仅是青藏高原区域农业的主要象征, 代表着西藏的独特风土人情和民族文化, 而且是高原地区

农牧民群众的传统口粮, 更是藏族同胞农业产业发展的重要酿造原料、饲料作物及食品原料^[3-4]。

麦类作物宽幅精播高产增效栽培技术是在精量化种植技术基础之上, 以增加播种幅宽和行距, 保持均匀幅宽为核心, 将常规播种优化升级为宽幅精量化播种的现代农机农艺切合的高产增效栽培种植技术^[5-6]。宽幅匀播可最大化利用土地, 改善作物生长空间, 有效促进苗齐、苗壮, 更好地发挥作物叶片光能截获与单位叶面积光利用率, 从而提升单产。青稞作为青藏高原高海拔地区优势特色作物, 长期以来是藏区人民群众不可或缺的主粮, 伴随农业科技日新月异的发展, 农机农艺现代化逐步普及千家万户, 农牧民群众青稞每667 m²产量有一

收稿日期: 2023-09-23

基金项目: 甘肃省农牧厅科技项目(GNKJ-2017-8); 国家大麦青稞产业技术体系专项(CARS-05-21B); 甘南州科技计划项目(2022JY1NC001、2022JY1NZ006); 甘肃省科技厅科技计划(技术创新引导计划)项目-科技特派团专项(22CX8NP248)。

作者简介: 胡再青(1972-), 女, 高级农艺师, 主要从事青稞育种与示范推广方面的研究, E-mail: 954813714@qq.com; *为通信作者; 刘梅金(1973-), 女, 研究员, 主要从事作物育种及栽培技术方面的研究, E-mail: 99023641@qq.com。

定提升,但主要种植方式依旧以常规条播或撒播为主,导致青稞种植分布不均,植株间养分竞争加剧,光合作用受限,个体和群体生长效应难以充分发挥,作物增产潜力未能有效激发。

因此,为改善高原地区青稞单产提升迟缓和种植方式不合理等问题,本文以宽幅匀播和常规条播为耕种方式探究不同耕种方式对于青稞生长生理特性及产量的影响,以期为地区青稞种植业发展提供科学依据与技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在甘肃省合作市卡加曼乡新集村的甘南州农业科学研究所综合试验站试验地,海拔2 737 m,年平均气温3.0℃,年降水量639.8 mm左右,2019年无霜期109 d,土壤类型为亚高山草甸土,旱川地,地力中等,前茬为油菜^[7-9]。

1.2 供试材料

(1)供试品种:采用丰产、优质、抗逆性强的青稞品种“甘青9号”。

(2)试验机具:宽幅匀播采用酒泉市铸陇机械制造有限公司生产的“2BFDJ-3手扶微型电动宽幅匀播播种机”。常规条播采用人力三行播种机播种。

1.3 试验设计

采用不同播种模式对比单因素随机区组设计,设青稞宽幅匀播、常规条播(对照)2个处理,3次重复,随机区组排列。小区面积:4 m×4.62 m=18.48 m²,宽幅匀播行距22 cm,21行/小区。常规条播行距17 cm,27行/小区。试验方法:宽幅匀播和常规条播种子播量均为225 kg/hm²,试验所用肥料为:尿素180 kg/hm²、磷酸二铵180 kg/hm²、硫酸钾90 kg/hm²,折合N,P₂O₅,K₂O分别为:115.92 kg/hm²,82.80 kg/hm²,46.80 kg/hm²。氮肥、磷肥、钾肥按小区称量,播种时作为底肥一次性施入,其他管理与当地大田相同。

1.4 指标测定

(1)生长指标、产量及其构成的测定:在青稞苗期、分蘖期、抽穗期每小区选择1行进行基本苗、总茎数、有效穗调查;在收获期实测产量;在蜡熟末期每小区选择有代表性的10株青稞植株进行株高、穗长、穗粒质量等考种统计。

(2)旗叶叶绿素含量(soil and plant analyzer develotrment, SPAD)的测定:采用日本产Mini型叶绿素计进行测量,以SPAD值表示叶绿素含量^[10-14]。从孕穗期起,采用两种测定方法,一是在田间小区中随机选取10片青稞旗叶进行叶绿素含量测定,取平均数,每7 d测一次^[12,15-16]。二是在田间小区中固定选取10片青稞旗叶进行叶绿素含量的测定,取平均数,每7 d测一次^[12,15-16]。

(3)光合特性的测定:净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间二氧化碳浓度(C_i)和蒸腾速率(T_r)从开花时开始测定;选取晴天无风的上午9:00-11:00时在红蓝外加光源下测定。每个处理选取生长一致的旗叶3片,每片各测3个数据,取其平均值作为观测结果^[13]。观测仪器为美国LI-COR公司生产的LI-6400XT便携式光合作用测定仪,采用开放式气路,CO₂浓度为0.036 5%左右^[13,16-20]。

1.5 数据分析

试验数据处理采用Excel 2013和SPSS 22软件进行统计分析与作图,并经LSD法进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 不同耕种方式对青稞生长指标的影响

由表1可知,在宽幅匀播耕种方式下,基本苗、株高、分蘖数及拔节期茎数较常规耕种方式下均有一定降低,分别降低20.88%,0.51%,0.73%和18.89%,基本苗和拔节期茎数降低显著,株高和分蘖数变化不明显。而穗长较常规条播增加8.98%。

2.2 不同耕种方式对青稞叶片光合特性的影响

青稞叶片光合参数能够有效反映青稞生长状况和籽粒干物质积累快慢,是作物生长发育的直观

表1 青稞生长指标

耕种方式	基本苗/(万株·667 m ⁻²)	株高/cm	穗长/cm	分蘖数/个	拔节期茎数/(万个·667 m ⁻²)
宽幅匀播	29.30±2.10	84.07±1.62	6.92±0.29	0.10±0.06	39.45±3.31
常规条播	37.17±2.97	84.50±3.06	6.35±0.25	0.37±0.03	48.64±2.52

反应。由表2可知,宽幅匀播净光合速率较常规条播增加3.80%,相反气孔导度、胞间二氧化碳浓度及蒸腾速率较常规条播分别降低11.63%,12.47%和10.92%,降低不显著。

表2 青稞叶片光合特性				
耕种方式	$P_n/(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	$G_s/(\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	$C_i/(\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$	$T_r/(\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})$
宽幅匀播	34.11±0.43	0.38±0.05	206.42±23.24	10.03±0.74
常规条播	32.86±3.13	0.43±0.02	235.84±18.14	11.26±0.28

2.3 不同耕种方式对青稞叶片叶绿素含量的影响

2.3.1 不同耕种方式对青稞固定叶片叶绿素含量的影响

由图1可知,两种耕种方式青稞固定叶片叶绿素含量从孕穗期至灌浆期整体变化为“先升高,后降低”的趋势,且叶绿素含量常规条播整体高于宽幅匀播。宽幅匀播、常规条播叶绿素含量升高阶段变化均为7~21 d,第21 d与第7 d相比,分别升高14.72%和10.60%,无显著性变化。两种耕种方式下,叶绿素含量降低阶段为21~49 d,第49 d与第21 d相比,分别显著降低140.28%和69.53%。

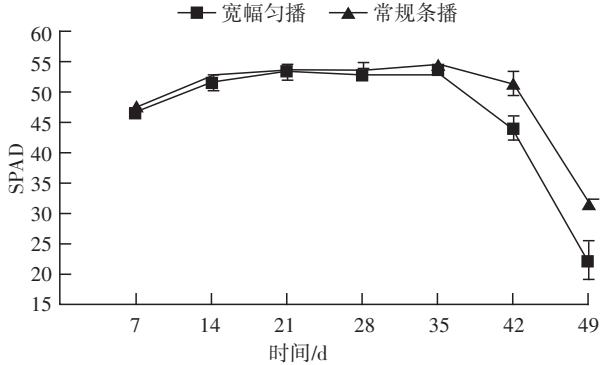


图1 青稞固定叶片SPAD值

2.3.2 不同耕种方式对青稞随机叶片叶绿素含量的影响

由图2可知,两种耕种方式青稞随机叶片叶绿素含量从孕穗期至灌浆期整体变化呈现为“先增后降”的趋势,且常规条播叶绿素含量整体高于宽幅匀播。宽幅匀播和常规条播增加阶段为7~28 d,

第28 d与第7 d相比,分别增加10.26%和6.19%,变化不显著。两种耕种方式,降低阶段为28~49 d,第49 d与第28 d相比,分别降低22.98%和11.92%,宽幅匀播叶绿素含量显著降低。

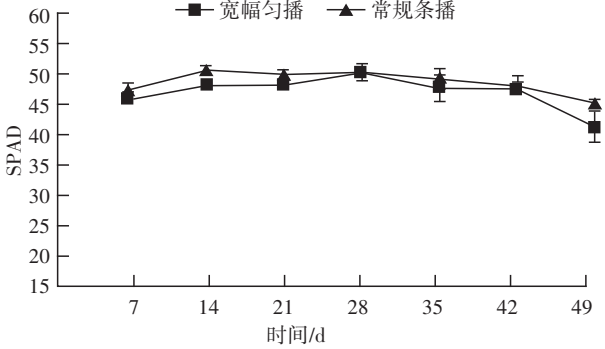


图2 青稞随机叶片SPAD值

2.4 不同耕种方式对青稞产量及其构成的影响

由表3可知,在常规条播耕种方式下,有效穗较宽幅匀播显著增加25.22%。而单株粒数、单株粒质量、穗粒数、穗粒质量、千粒质量及产量宽幅匀播较常规条播分别增加7.06%,8.21%,10.92%,15.17%,0.55%和14.29%,无显著性增加。

2.5 青稞生长指标、光合特性与产量及其构成的相关性分析

由表4可知,青稞生长生理指标、产量及构成的各指标间均存在极显著的正或负相关关系。其中,净光合速率与穗长、穗粒数、穗粒质量、单株粒质量、单株粒数、拔节期茎数、千粒质量及产量呈现极显著正相关关系;气孔导度与胞间二氧化碳浓度、蒸腾速率、基本苗、有效穗、株高及分蘖数存在极显著正相关关系;胞间二氧化碳浓度与蒸腾速率、基本苗、有效穗株高及分蘖数存在极显著正相关关系;蒸腾速率与基本苗、有效穗、株高及分蘖数呈现极显著正相关关系;基本苗与有效穗、株高及分蘖数存在极显著正相关关系;有效穗与株高、分蘖数存在极显著正相关关系;株高与分蘖数存在极显著正相关关系;穗长、穗粒数、穗粒质量、单株粒质量、单株粒数与拔节期茎数、千粒质量及产量均存在极显著正相关的关系;穗长与穗粒数、穗粒质量、单株粒质量及单株粒数存在正相关极显著关系;穗粒数与穗粒质量、单株粒质量及单株粒数存

表3 青稞产量及其构成							
耕种方式	有效穗/(万株·667m ⁻²)	单株粒数/粒	单株粒质量/g	穗粒数/粒	穗粒质量/g	千粒质量/g	产量/(kg·667m ⁻²)
宽幅匀播	30.05±3.24	55.67±2.19	2.90±0.17	47.33±0.88	2.43±0.03	47.33±0.81	225.54±10.79
常规条播	37.63±2.87	52.00±2.08	2.68±0.12	42.67±3.28	2.11±0.16	47.07±1.07	197.34±7.80

表4 青稞生长生理指标、产量及构成相关性分析

	P_n	G_s	C_i	T_r	基本苗	有效穗	株高	穗长	穗粒数	穗粒质量	单株粒质量	单株粒数	分蘖数	拔节期茎数	千粒质量	产量
P_n	1															
G_s	-1.00**	1														
C_i	-1.00**	1.00**	1													
T_r	-1.00**	1.00**	1.00**	1												
基本苗	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1											
有效穗	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1										
株高	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1									
穗长	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1								
穗粒数	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1							
穗粒质量	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1						
单株粒质量	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1					
单株粒数	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1				
分蘖数	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1			
拔节期	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	-1.00**	1		
茎数	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	-1.00**	1.00**	1	
千粒质量	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1
产量	1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	1.00**	-1.00**	1.00**	1.00**	1

注:**表示相关性在 0.01 水平上有统计学意义。

在极显著正相关关系;穗粒质量与单株粒数、单株粒质量存在极显著正相关关系;单株粒数与单株粒质量存在极显著正相关关系;拔节期茎数与千粒质量、产量存在极显著正相关关系;千粒质量与产量存在极显著正相关关系,其余指标间存在极显著负相关关系。

2.6 青稞生长指标、光合特性与产量及其构成的主成分分析

由表5可知,经对青稞生长生理指标、产量及构成等指标综合分析,发现宽幅匀播耕种方式综合得分-1.19 优于常规条播综合得分-1.58,宽幅匀播耕种方式能够有效促进青稞产量增加和指标优化。

表5 青稞生长生理指标、产量及构成主成分分析

处理	主成分得分 F	累计贡献率/%	综合得分	排名
宽幅匀播	-1.19	100	-1.19	1
常规条播	-1.58		-1.58	2

注:综合得分= $F \times$ 累计贡献率/100,其中,主成分得分为统计软件分析所得。

3 讨论

作物产量主要取决于穗数、穗粒质量及穗粒数,不同耕种方式会改变作物生长微环境,导致其生长生理特性及体结构发生一定变化,进而会引起作物对水肥的利用效,从而影响作物产量^[21-22]。科学合理的种植分布可形成良好的作物生长群体结

构,有效促进群体与个体协调良性发展,对于促进作物生长生理特性提升具有明显作用。相关研究表明,宽幅匀播不仅可以使耕种深度和行距保持一致,利于作物出苗、壮苗,而且可高效利用有限耕地面积,改善作物生长空间,构建合理群体结构,有利于提高作物叶片光能截获和单位叶面积光利用率,促进单体生长发育与籽粒形成^[23-26]。在本研究中,宽幅匀播较常规条播相比,有效提高了青稞穗长、穗粒数、穗粒质量、千粒质量及产量,且进一步优化改善了青稞光合特性,促进光能转化与结实形成,这与前人研究结果相近。其原因主要在于宽幅匀播耕种有效提升和改善了青稞生长的生态适应性、空间分布度、土地利用率及光合利用率,进一步促进青稞产量增加。而无论固定叶片还是随机叶片宽幅匀播的SPAD值均整体略低于常规条播,究其原因,可能为田间人工常规条播种植的随机性、籽粒分布不均匀及人工与机械宽幅播种深度不一致等所引起,有待进一步研究。

4 结论

综上所述,青稞宽幅匀播与常规条播相比,能够有效促进青稞叶片生长生理特性优化及产量增加,有利于青稞生产种植中应用。

参考文献:

- [1] 郭本兆. 青海经济植物志 [M]. 西宁: 青海人民出版社, 1987: 701.
- [2] 卢良恕. 中国大麦学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 4-11.
- [3] 霍巍. 西藏高原史前农业的考古学探索 [J]. 民族研究, 2013(2): 110-121, 126.
- [4] 张帅, 吴昆仑, 姚晓华, 等. 不同粒色青稞营养品质与抗氧化活性物质差异性分析 [J]. 青海大学学报, 2017, 35(2): 19-27.
- [5] 初金鹏, 朱文美, 尹立俊, 等. 宽幅播种对冬小麦‘泰农18’产量和氮素利用率的影响 [J]. 应用生态学报, 2018, 29(8): 2517-2524.
- [6] 石玉华, 初金鹏, 尹立俊, 等. 宽幅播种提高不同播期小麦产量与氮素利用率 [J]. 农业工程学报, 2018, 34(17): 127-133.
- [7] 周兰兰, 朱君, 桑安平, 等. 高海拔区青稞田除草剂组合筛选试验 [J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(8): 88-92.
- [8] 胡再青, 刘梅金, 徐冬丽, 等. 甘南高寒阴湿区甘青6号青稞种植密度与肥料配比试验初报 [J]. 甘肃农业科技, 2018(11): 10-12.
- [9] 许世洋, 李敏权, 刘梅金, 等. 青稞根腐病防病促生细菌的筛选及其菌剂防效 [J]. 微生物学通报, 2022, 49(7): 2575-2586.
- [10] 李谨. 临夏县旱地冬小麦不同栽培模式效果研究 [J]. 农民致富之友, 2017(22): 38.
- [11] 付会荣. 宁县冬小麦宽幅精播技术引进示范与试验初报 [J]. 甘肃农业, 2016(12): 23-24.
- [12] 孙旭生, 林琪, 李玲燕, 等. 氮素对超高产小麦生育后期光合特性及产量的影响 [J]. 植物营养与肥科学报, 2008, 14(5): 840-844.
- [13] 王奎良, 赵海波, 胡乐奇, 等. 宽幅精播对冬小麦光合特性和产量影响的研究 [J]. 农业科技通讯, 2012(9): 60-62.
- [14] 刘义国, 林琪, 房清龙. 旱地秸秆还田对小麦花后光合特性及产量的影响 [J]. 华北农学报, 2013, 28(4): 110-114.
- [15] 刘宇辉, 田秀平, 张晴雯, 等. 复合菌肥部分替代化肥对冬小麦氮素吸收的影响 [J]. 华北农学报, 2019, 34(2): 178-186.
- [16] 赵海波, 林琪, 刘义国, 等. 氮磷施肥对超高产小麦花后衰老特性及产量的影响 [J]. 华北农学报, 2009, 24(4): 158-162.
- [17] 赵海波, 林琪, 孙旭生, 等. 氮磷施肥对济麦22花后光合特性及产量的影响 [J]. 麦类作物学报, 2009, 29(4): 663-667.
- [18] 张雅倩, 林琪, 刘家斌, 等. 干旱胁迫对不同肥水类型小麦旗叶光合特性及产量的影响 [J]. 麦类作物学报, 2011, 31(4): 724-730.
- [19] 张蓉, 董禄信, 孙长红, 等. 秸秆粉碎覆盖沟播对旱地冬小麦产量及土壤水热特征的影响 [J]. 节水灌溉, 2021(7): 60-64, 70.
- [20] 惠海滨, 林琪, 刘义国, 等. 灌水量和灌水期对超高产小麦灌浆期光合特性及产量的影响 [J]. 西北农业学报, 2012, 21(8): 77-83.
- [21] 祁皓天, 董永利, 李川, 等. 播种方式和播量对冬小麦‘西农20’产量及品质的影响 [J]. 西北农业学报, 2021, 30(1): 32-40.
- [22] 郑飞娜, 初金鹏, 张秀, 等. 播种方式与种植密度互作对大穗型小麦品种产量和氮素利用率的调控效应 [J]. 作物学报, 2020, 46(3): 423-431.
- [23] 刘冲, 贾永红, 张金汕, 等. 播种方式和施磷对冬小麦群体结构、光合特性和产量的影响 [J]. 应用生态学报, 2020, 31(3): 919-928.
- [24] 郝德有, 郝志青. 小麦机械化匀播无垄栽培理论与技术 [J]. 北京农业, 2014(21): 15-17.
- [25] 李世莹, 冯伟, 王永华, 等. 宽幅播种带间距对冬小麦冠层特征及产量的影响 [J]. 植物生态学报, 2013, 37(8): 758-767.
- [26] 初金鹏, 朱文美, 尹立俊, 等. 宽幅播种对冬小麦‘泰农18’产量和氮素利用率的影响 [J]. 应用生态学报, 2018, 29(8): 2517-2524.