

刘廷辉,涂 洋,李氏昭,等. 四川省青稞育种研究进展与展望[J/OL]. 大麦与谷类科学,2023,40(4):1- 5,10. https://doi.org/10.14069/j.cnki.32- 1769/s.2023.04.001.

四川省青稞育种研究进展与展望

刘廷辉¹,涂 洋²,李氏昭²,杨开俊¹,伍 玲²,郭刚刚^{3*}

(1. 甘孜藏族自治州农业科学研究所,四川 康定 626000;2. 四川省农业科学院作物研究所 / 农业农村部西南地区小麦生物学与遗传育种重点实验室 / 粮油作物绿色种质创新与遗传改良四川省重点实验室,四川 成都 610066;
3. 中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘要:青稞是我国重要的农作物之一,青稞种业安全也是民族地区保障粮食安全和维护社会稳定的关键因素。本文总结了自新中国成立以来四川省青稞育种的成就,并对四川省近年登记品种的产量、品质及抗病性进行分析,总结当前四川青稞新品种的特点,并对四川省春青稞育种研究持续、健康发展提出设想和建议,以期促进四川省青稞育种工作及产业发展。

关键词:青稞;育种;研究进展;展望

中图分类号:S512.3

文献标志码:A

文章编号:1673- 6486- 20230185

四川省是我国青稞主产区之一。青稞即裸大麦(*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.)^[1],是四川涉藏地区种植面积最大的农作物与特色农作物^[2],常年种植面积 4.3 万 hm² 左右,以春青稞种植为主,主要分布在海拔 1 500 m 以上的甘孜、阿坝、凉山三州的高原、山地及河谷地区,总产量约 12 万 t。青稞新品种的选育和推广应用,使四川省涉藏地区的青稞生产用种实现了多次更新换代,为民族地区的农民增收、农业增效、粮食安全和社会稳定作出了突出贡献。本文主要从四川省春青稞品种培育发展演变过程、青稞育种成就及存在问题等方面,梳理了近 70 年来四川省青稞育种(仅包括粮用大麦)的研究进展,并对四川省青稞育种研究进行展望,为青稞育种研究提供咨询与帮助。

1 四川省春青稞品种培育发展演变过程

1.1 春青稞品种培育的萌芽与起步阶段

1950 年前四川省生产上主要栽培农家当地青

稞品种,产量水平很低,平均产量不到 900 kg/hm²,其中 1950 年甘孜州、阿坝州青稞平均产量为 870 kg/hm²(图 1)。四川省青稞育种始于 20 世纪 50 年代初,当时进藏的徐廷文等农业科技工作者,依托“农业试验场”广泛收集当地的农家品种,在进行农家品种整理和评选的同时,采用系统选育方法开展了青稞新品种选育,育成了黑六棱、白六棱、乾宁四棱青稞、1211 等一批青稞品种^[3-4]。这些品种比当时的农家品种增产明显,逐步替代原有农家当地品种。

1.2 春青稞品种培育的探索阶段

1958 年以前,四川涉藏地区尚无专门的农业科研机构。1958 年成立阿坝藏族羌族自治州农业科学技术研究所,1961 年成立甘孜藏族自治州农业科学研究所,从 1962 年起才正式开展青稞育种研究相关工作。当时主要以乾宁农试场(现甘孜藏族自治州农业科学研究所八美农试试验场)为育种基地,开展引种、系统选育和有性杂交育种等工作。此阶段科技人员从西藏、青海、甘肃等地引种藏青 336^[5]、循环化蓝青稞、68321 青稞、昆仑 1 号^[6]、喜玛拉 6 号、岷县青稞等品种,系统选育出 809、813、理塘短芒白青稞等品种,通过杂交育种选育出 6284 青稞、1172 青稞、繁 34、折多 1 号等品种。新品种的不断更新换代,为 20 世纪 70 年代中期甘孜州青稞平均产量超过 1 500 kg/hm² 作出了积极贡献。此阶段,青稞生产的首要目的是解决温饱问题,因此提高产量是当时最主要的育种目标。

收稿日期:2023- 03- 20;修回日期:2023- 06- 25

基金项目:特色青稞种质资源发掘与利用(育种攻关绩效项目)(2022YFYZ0001);国家产业技术体系麦类作物四川创新团队(SCCXTD- 2020- 11);国家大麦青稞产业技术体系(CARS- 05)。

作者简介:刘廷辉(1975—),男,硕士,高级农艺师,研究方向为青稞新品种选育及推广应用。Email: 491612520@qq.com。

* 通信作者:郭刚刚(1983—),男,博士,研究员,研究方向为大麦种质资源保护与鉴定评价。Email: guoganggang@caas.cn。

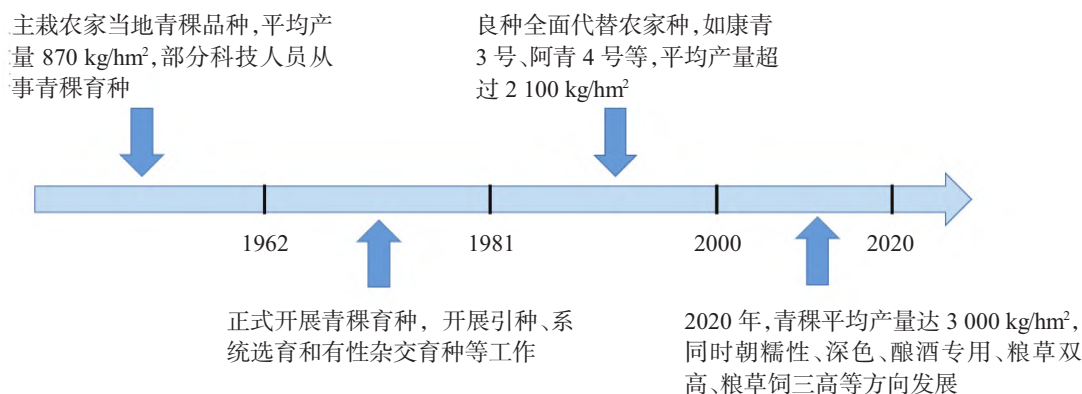


图 1 四川省青稞育种进程

1.3 春青稞品种培育的发展阶段

从 20 世纪 80 年代开始,随着改革开放和人们生活水平的提高,四川早期的研究人员开始从事青稞育种工作。随着育种技术的应用,杂交育种的组合方式也由以往单交转向了复合、阶梯杂交和复交,继而开始跨区域、多技术、多手段培育青稞品种,同时也尝试开展青稞冬繁加代和辐射辅助育种。从 1981 年起,科研人员陆续通过杂交育种选育出康青 1 号、康青 2 号、康青 3 号^[1]、康青 5 号、康青 6 号^[8]、康青 7 号^[9]等系列品种,并系统选育出康青 4 号且于 1991 年鉴定定名,初步形成了“康青”系列青稞品种。其中,于 1982 年育成的突破性品种康青 3 号,在 20 世纪 80—90 年代甘孜藏族自治州的种植面积达到 50% 以上,平均产量超过 2 100 kg/hm²,1988 年该品种累计推广面积已达到 30 万 hm²^[10]。

1.4 春青稞品种培育的快速发展阶段

进入 21 世纪以来,在国家、省、州专项资金支持下,育种平台快速建设,青稞育种研究的试验设施、仪器设备得到了明显改善,大麦育种技术手段不断发展,育种水平显著提高,新品种的品质和产量同步提升。2000 年以来通过四川省审定和国家非主要农作物登记的青稞品种有 14 个。四川 2 个最主要系列——“阿青”系列和“康青”系列青稞品种成员不断增加。随着品种的升级换代,青稞产量不断增加,品质不断提升,综合抗性不断提高。品种的培育技术已经趋于成熟,分子标记辅助育种、辐射育种等现代生物技术开始与传统育种技术相结合,越来越多的青稞品种、品系被培育出来。青稞品种的培育不仅向优质丰产的目标发展,同时也往多元化或某一特定需求的方向发展,如糯性、深色、酿酒专用、粮草双高、粮草饲三高青稞等。

2 四川省育种研究进展与成就

2.1 四川省青稞育种成就

目前,四川主要从事青稞育种(粮用大麦育种)的育种机构有甘孜藏族自治州农业科学研究所、阿坝藏族羌族自治州农业科学技术研究所和四川省农业科学院作物研究所等(表 1)。随着育种水平提高、育种手段提升,近年来青稞品种育成速度明显加快。上述机构已先后育成青稞品种 26 个,其中:“康青”系列青稞品种有 13 个,“阿青”系列青稞品种有 5 个,其他青稞品种有 8 个;2000 年以前共育成康青 1 号、康青 3 号、早丰 1 号、83-5319 等青稞品种 12 个,占 46.1%;2001 至 2010 年共育成康青 6 号、康青 7 号、阿青 5 号、阿青 6 号青稞品种 4 个,占 15.4%;2011 年至今已育成康青 11 号^[11]、康青糯 1 号、阿青 6 号^[12]、川大麦 15086^[13]、川大麦 15087^[13]等青稞品种 10 个,占 38.5%。

四川青稞育种长期以提高产量为主要目的。最近 20 多年来,为适应青稞产业发展需求,品质改良也成为主要育种目标之一。通过种业大数据平台(<http://202.127.42.47:6010/index.aspx>)查询到最新登记的青稞品种籽粒品质数据,如表 1 所示,新育成品种籽粒粗蛋白含量(质量分数,下同)为 8.40%~16.10%,淀粉含量为 55.14%~78.00%,赖氨酸含量为 0.34%~0.54%,β-葡聚糖含量为 2.60%~6.38%。如育成的康青 9 号在保证产量较高的同时,其籽粒粗蛋白含量 14.80%,赖氨酸含量达 0.52%,具有三高(高产、高赖氨酸含量、高蛋白质含量)的突出特点,受到生产者普遍欢迎并迅速取代了生产上原有的品种^[4]。

2.2 四川青稞产量水平的提升

由表 2 可知,最新育成青稞品种的株高为

73.5~110.0 cm,全生育期为115~190 d,穗粒数为26.00~50.00粒/穗,千粒质量为35.00~46.00 g,产量为3 243.00~4 737.75 kg/hm²。高原春青稞的产量

显著低于盆地及丘陵的青稞产量,这主要是因为高原上种植的大部分都是春青稞,全生育期缩短,产量较低^[13]。

表1 近年新育成粮用品种的籽粒品质

品种名称	粗蛋白 含量/%	淀粉 含量/%	赖氨酸 含量/%	β -葡聚糖 含量/%	育成单位
阿青四号	9.36				阿坝藏族羌族自治州农业科学技术研究所
阿青五号	8.40	78.00	0.34		阿坝藏族羌族自治州农业科学技术研究所
阿青六号	13.70	70.80	0.48		阿坝藏族羌族自治州农业科学技术研究所
川大麦 15086	13.70	69.10	0.43	2.60	四川省农业科学院作物所
川大麦 15087	16.10	62.10	0.54	6.30	四川省农业科学院作物所
川糯大麦 15085	12.80	66.76	0.50	3.84	四川省农业科学院作物所
康青 9 号	14.80	77.00	0.52		甘孜藏族自治州农业科学研究所
康青 11 号	12.73	58.85	0.40	5.38	甘孜藏族自治州农业科学研究所
康青 12 号	11.60	63.93	0.40	3.76	甘孜藏族自治州农业科学研究所
康青糯 1 号	13.69	55.14	0.40	6.38	甘孜藏族自治州农业科学研究所
平均	12.66	66.85	0.45	4.71	

表2 近年新育成青稞品种的表型性状

品种名称	全生育期/d	株高/cm	穗粒数/(粒/穗)	千粒质量/g	产量/(kg/hm ²)
阿青四号	120	73.5	44.00	44.00~46.00	3 243.00
阿青五号	122	85.0~90.0	37.00	40.80	3 310.50
阿青六号	120	100.0~110.0	37.50	42.30	3 485.25
康青 11 号	120	110.0	50.00	42.00	3 580.65
康青 12 号	115	110.0	50.00	42.00	3 681.83
康青糯 1 号	115	105.0	50.00	35.00	3 494.78
川大麦 15086 [#]	180~190	92.0	26.00	40.00	4 488.75**
川大麦 15087 [#]	180~190	95.0	30.00	38.00	4 620.00**
川糯大麦 15085 [#]	180~190	75.0	28.00	40.00	4 737.75**

注:[#]为盆地及丘陵型品种,且为二棱青稞,表3同。**表示盆地及丘陵型品种的产量与其余高原品种差异有高度统计学意义($P<0.01$)。

由图2可知,四川省的青稞种植面积总体变化较小,稳定在4.2万~4.9万hm²;青稞平均单位面积产量总趋势是逐步提高的,从1961年的1.37 t/hm²到2000年的2.32 t/hm²,再到2019年的3.06 t/hm²,产量提高明显,其中育成品种的推广应用起到了关键作用。青稞平均最高单位面积产量稳步提高,最近育成的青稞品种在最佳栽培环境下产量可超过450 kg/667 m²。

2.3 综合抗性的提高

藏区青稞种植中常见的病害有黑穗病、白粉

病、条纹病、条锈病等^[15],新育成的9个品种对条纹病、条锈病以及黄矮病具有较好的抗性,但仅阿青四号中抗赤霉病,5个品种对白粉病具有较好抗性(表3),阿青四号和阿青五号轻感黑穗病,其他品种对黑穗病等抗性需要进一步检测。育成青稞品种株型明显优化,抗倒伏性、抗逆性以及抗病性明显增强,综合抗性提高,适应性增强,弥补了青稞农家品种适应范围较窄这一不足。如康青3号、康青6号等不但在四川省甘孜州、阿坝州广泛种植,而且还被引至青海、西藏、甘肃等地种植。

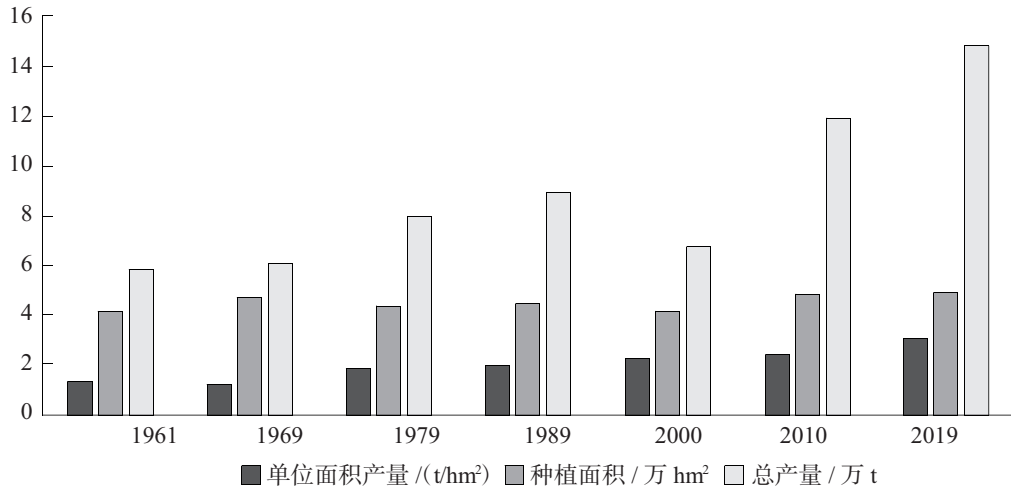


图2 四川省历年青稞单位面积产量、种植面积与总产量

表3 青稞新品种抗病性

品种名称	条纹病	条锈病	黄矮病	根腐病	赤霉病	白粉病	斑点病	黑穗病
阿青四号	N	免疫	N	N	中抗	免疫	轻感	轻感
阿青五号	N	高抗	N	轻感	中感	中抗	N	轻感
阿青六号	N	高抗	N	轻感	中感	中抗	N	N
康青3号	中抗	轻感	高感	N	N	免疫	N	N
康青6号	中感	免疫	N	N	中感	免疫	免疫	N
康青11号	中抗	中抗	抗	无	中感	高抗	N	N
康青12号	中抗	中抗	抗	无	中感	高抗	N	N
康青糯1号	中抗	中抗	中抗	无	中感	中感	N	N
川大麦15086 [#]	高抗	高抗	中抗	无	中感	中感	N	N
川大麦15087 [#]	高抗	高抗	中抗	无	中感	中感	N	N
川糯大麦15085 [#]	高抗	高抗	中抗	N	中感	中感	N	N

注:N表示未检测。

2.4 优质专用青稞育种的发展

通过国家产业技术体系、四川省产业技术体系、四川省育种攻关等项目推进,四川省的青稞育种平台建设得到加强,育种技术不断改进,育种水平不断提高。科研人员采用常规育种和生物技术育种相结合等综合技术手段应用于青稞新品种选育,现已选育出优质专用青稞品种多个:黑色青稞品种康青11号、糯性青稞品种康青糯1号、高产粮用青稞品种康青12号、阿青7号。

3 存在的主要问题

3.1 遗传基础狭窄

四川省青稞育种研究可利用的优质种质资源

范围相对狭窄,许多材料之间亲缘关系接近,遗传基础不够丰富,缺乏超高产、抗病、优质等特异性亲本材料,育成品种趋于同质化,因此需要不断发现和创造新种质和新材料。

3.2 育成品种的抗逆性有待提高

四川省现有育成青稞品种普遍表现稳产性及综合抗病能力不强。近10年,青稞云纹病、网斑病、黑穗病等发生连年加重,对青稞生产造成了较大危害。新育成的品种对云纹病的抗性普遍较差,另外在青稞生育期间,干旱、冰雹、湿害等灾害天气时有发生,造成青稞不同程度减产。

3.3 育种方法较单一

目前,四川省青稞育种手段相对落后,主要还是应用常规有性杂交育种,现代生物技术辅助育种

应用极少,在青稞育种中尚未发挥实质性作用。另外,新品种配套高产优质、节本增效栽培技术研究不够,未能充分做到良种良法配套推广。

3.4 无育繁推一体化企业

由于青稞为自花授粉作物,品种的种性一定时间内容易得到保存,种子繁殖生产相对简单。因此,一方面生产者留种现象普遍,导致新品种推广慢、老品种退化问题严重;另一方面种子市场规模较小、利润低,难以吸引大型种业企业参与,涉及青稞种子经营的种业公司多数为小型民营企业,且多数公司生产经营的新品种是从有关农业科研单位获取,或与企业联合育成,没有真正的育繁推一体化企业,制约了青稞种业的市场化、规范化、高质量发展。

4 展望

4.1 强化青稞育种的基础研究

近年来,青稞作为小宗作物、特色作物,育种的基础研究投入少,进展不大,效果不显著。在青稞种质资源方面工作主要局限在收集、更新及发放使用上,在种质资源的评价、挖掘上所做工作较少,种质资源利用效率较低^[6]。应通过科研院所(校)联合,进一步强化四川省青稞育种的基础研究,开展大麦种质资源精准鉴定工作,拓宽青稞育种遗传基础,从源头上突破育种瓶颈。引进利用国内外优异大麦种质资源,拓宽现有育种材料遗传基础,避免育成品种同质化。加大云纹病、网斑病、锈病等抗性资源材料挖掘、筛选,尽可能多地创制一些可供利用的育种新材料^[7]。

4.2 重视和加强生物技术在青稞育种上的应用

当前四川省的青稞育种依然依赖于传统的有性杂交育种技术,应在常规育种的基础上,进一步提升育种手段,加强现代育种技术在青稞育种上的应用。

4.3 高产、优质、抗逆性强的青稞品种选育

春青稞种植区域的地理气候条件复杂多变,土壤较贫瘠,中低产田比重大。选育高产、综合多抗青稞品种是大面积生产、丰产的重要措施之一。四川省的青稞实际平均单位面积产量仅为 3 000 kg/hm²左右,而青稞高产示范单位面积产量可达 7 500 kg/hm²以上,产量还有很大提升空间。应加强青稞抗逆性育种,选育高产、综合多抗青稞品种,为四川青稞的安全生产提供保障。

4.4 加强优质专用青稞品种的选育与研究

随着居民生活习惯的改变以及消费水平的不断提高,绿色、健康、营养、适口性好等成了新需求。应进一步加强深色、糯性、高淀粉、高葡聚糖等优质专用青稞品种的选育与研究,拓展食用、酿酒用、饲草用、保健用等特殊用途青稞产品的加工渠道,实现青稞育种与加工有机融合。

4.5 开展联合育种攻关与加强市场主体培育

开展新一轮以产业需求为导向的育种联合攻关行动,实现四川省青稞育种水平的较大提升。鼓励各类市场主体加大青稞新品种的研发推广力度,逐步培育本土化的育繁推一体化企业,引领大麦种业高质量发展。同时,鼓励加工企业和种业企业利用市场和技术优势,主导或参与青稞新品种研发,促进新品种成果快速转化落地。

参考文献:

- [1] 孙立军. 中国栽培大麦变种及其分布特点[J]. 中国农业科学,1988,21(2):25-31.
- [2] 徐廷文. 青稞穗原始体分化期及其营养条件问题的初步探讨[J]. 中国农业科学,1963(2):48-50.
- [3] 仁青志玛. 甘孜州青稞品种资源及生产现状调查[J]. 现代农业科技,2016(16):37-38.
- [4] 冯继林,杨开俊,刘廷辉,等. 四川甘孜州青稞引、育成品种及动态介绍[J]. 大麦科学,2005(3):28-34.
- [5] 兰志明,王莉莉. 藏青 336 青稞叶片出生规律观察[J]. 西藏农业科技,1987(1):12-16.
- [6] 冯仁昌. 昆仑 1 号青稞品种的选育与育种技术[J]. 大麦通讯,1985(2):20-25.
- [7] 苟安春. 青稞良种康青 3 号的选育及特征特性[J]. 大麦科学,1999(1):14-16.
- [8] 冯继林,杨开俊,刘廷辉,等. 高产优质青稞新品种——康青 6 号[J]. 麦类作物学报,2007,27(1):182.
- [9] 向文彬. 青稞新品种——“康青 7 号”栽培技术[J]. 西藏农业科技,2009,31(1):22-24.
- [10] 刘廷辉,杨开俊,唐瑶,等. 康青系列青稞品种的选育经验分析[J]. 大麦与谷类科学,2017,34(6):35-37.
- [11] 刘廷辉,杨开俊,朱华忠,等. 青稞新品种康青 11 号的选育及栽培技术[J]. 大麦与谷类科学,2021,38(2):58-59,62.
- [12] 陶明娟,张云书,李智荣. 新青稞品种阿青 6 号选育报告[J]. 阿坝科技,2010(1):30-31.
- [13] 涂洋,李式昭,刘廷辉,等. 5 个糯青稞新品种的选育及特性分析[J]. 大麦与谷类科学,2022,39(6):15-22.
- [14] 程晓彬,廖文菊,王文献. 康青 9 号青稞特征特性及高产

(下转第 10 页)

Analysis of Relationship Between Wheat Agronomic Traits and Yield in Arid Areas Based on CNKI Database

ZONG Donglin, WANG Tao

(College of Agriculture and Biology Science, Dali University, Dali 671003, China)

Abstract: In order to understand the coupling relationship between agronomic traits and yield of wheat in arid areas and provide theoretical basis for breeding and genetic improvement of wheat in arid areas, the data of wheat agronomic characters and yield in arid areas were collected to establish a database, and the contribution and influence of each agronomic character on yield were analyzed by multiple regression and structural equation model in this experiment. The results show that the correlation between each trait and yield is ranked as growth duration > thousand-kernel weight > plant height > grain number per spike. However, through the effect analysis of structural equation model, it is found that the characters that play a decisive role in the yield are growth duration > thousand-kernel weight > grain number per spike > plant height. Therefore, in wheat cultivation and breeding efforts in arid regions, we should focus on the relationship between wheat fertility and environment, and pay attention to the potential differences between different analytical methods for evaluating the relationship between yield components and yield.

Key Words: Arid area; Wheat; Trait; Yield; Multiple regression; Structural equation model

(上接第5页)

栽培技术研究[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(12): 3518-3519.

大麦与谷类科学, 2021, 38(6): 7-11.

[15] 扎西拉姆. 青稞种植常见病及防治措施[J]. 当代农机, 2022(10): 47-48.

[17] 扎西次仁, 米玛次仁, 姜英, 等. 春青稞区试品系农艺性状分析与育种目标的转变[J]. 西藏农业科技, 2022, 44(1):

[16] 李赢, 刘海翠, 韩笑, 等. 裸大麦种质资源研究进展[J].

40-42.

Research Progress and Prospect of Highland Barley Breeding in Sichuan Province

LIU Tinghui¹, TU Yang², LI Shizhao², YANG Kaijun¹, WU Ling², GUO Ganggang³

(1. Ganzi Tibetan Autonomous Prefecture Institute of Agricultural Sciences, Kangding 626000, China; 2. Crop Research Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Wheat Biology and Genetic Improvement in Southwestern China, Ministry of Agriculture and Rural Affairs / Environment-Friendly Crop Germplasm Innovation and Genetic Improvement Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610066, China; 3. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Highland barley is one of the important crops in our country, and the security of highland barley seed industry is also the key factor to guarantee food security and maintain social stability in ethnic areas. This paper summarized the achievements of highland barley breeding in Sichuan Province since the birth of New China, analyzed yield, quality and disease resistance of the new highland barley varieties registered in Sichuan in recent years, and summarized their characteristics. In order to promote the development of highland barley breeding and industry in Sichuan Province, the author put forward some ideas and suggestions for the sustainable and healthy development of spring highland barley breeding research.

Key Words: Highland barley; Breeding; Research progress; Prospect