

Study on Selection and Breeding of High-altitude Highland Barley Varieties and Optimization of Cultivation Techniques

Jiacheng Jiang

Comprehensive Agricultural and Animal Husbandry Service Center, Caigongtang Street, Chengguan District, Lhasa City, Tibet Autonomous Region, Lhasa, Xizang, 850000, China

Abstract

Barley is a crucial food and forage crop in the Qinghai-Tibet Plateau and surrounding alpine regions, where its cold, drought, and disease resistance directly impacts food security and agricultural ecological stability. In response to the increasing frequency of climate anomalies and intensified stress in high-altitude ecosystems, which have led to significant yield fluctuations and instability in barley production, this study systematically investigates stress-resistant variety breeding and integrated cultivation techniques for alpine barley. Through field trait observation, analysis of stress conditions, and comprehensive research on physiological and genetic mechanisms, the study focuses on elucidating the formation mechanisms of barley's cold, drought, and disease resistance. Additionally, it optimizes cultivation practices including sowing timing, planting density, water and fertilizer management, and pest control based on field observations. The results demonstrate that effective aggregation of stress-resistant genes and application of molecular breeding technologies can significantly enhance barley's stress adaptation capacity. The established precision cultivation management system further improves yield stability and quality levels. These findings provide technical support and practical guidance for breeding stress-resistant barley varieties and achieving efficient, stable production in alpine regions.

Keywords

青稞; 高寒地区; 抗逆性; 品种选育; 栽培技术优化

高寒地区青稞抗逆品种选育与栽培技术优化研究

姜加成

西藏自治区拉萨市城关区蔡公堂街道农牧综合服务中心, 中国·西藏 拉萨 850000

摘要

本研究以高寒地区青稞生产实际为对象, 围绕抗逆品种选育与配套栽培技术展开系统研究。通过田间性状观察、逆境胁迫条件分析及相关生理与遗传机制综合研究, 重点探讨青稞抗寒、抗旱和抗病性形成机理, 并结合生产实践对播期、密度、水肥调控及病虫害防控技术进行优化分析。研究表明, 抗逆基因的有效聚合与分子育种技术的应用可显著提升青稞的逆境适应能力; 在此基础上构建的精准栽培管理体系, 有助于提高青稞产量稳定性与品质水平。研究结果可为高寒地区青稞抗逆品种选育及高效稳产栽培提供技术支撑与实践依据。

关键词

青稞; 高寒地区; 抗逆性; 品种选育; 栽培技术优化

1 引言

受海拔高、气温低、生育期短及水热条件受限等因素影响, 高寒地区农业生产长期面临自然条件严苛、生产风险高的问题。尽管青稞本身具有较强的耐寒、耐旱和耐瘠薄特性, 但在极端气候事件增多和生态脆弱性增强的背景下, 传统品种与栽培模式的局限性逐渐显现, 突出表现为抗逆能力不足、产量波动加大及品质不稳定。

已有生产实践表明, 单一依赖品种抗性或单项栽培措施, 难以有效应对多重逆境叠加带来的生产风险。因此, 有

必要从品种遗传改良与栽培技术协同优化的角度, 对高寒地区青稞抗逆生产体系进行系统研究。基于此, 本研究以高寒生态条件下青稞生产问题为切入点, 围绕抗逆性形成机理、品种选育方向及配套栽培技术展开综合分析, 旨在为提升青稞稳产性、适应性和生态效益提供科学依据。

2 高寒地区青稞生长特性与主要逆境胁迫分析

2.1 青稞的生态适应特征

青稞在长期自然选择过程中形成了较为稳定的高原适应性特征。其根系系统发达, 具有较强的纵向延伸能力, 有利于在贫瘠土壤条件下获取有限水分和养分。生理分析表明, 青稞叶片中抗冻蛋白和可溶性糖含量较高, 有助于维持低温条件下细胞膜结构的稳定性, 从而减轻冻害对植株生长

【作者简介】姜加成(1990-), 男, 中国江苏盐城人, 本科, 中级农艺师, 从事农业相关技术研究与服务研究。

的不利影响。

在光能利用方面，青稞对高原强辐射和短日照环境具有良好适应能力，能够在较短生育期内完成营养生长与生殖生长过程。然而，研究也发现，当温度或水分条件超出其适应阈值时，青稞分蘖形成、抽穗和灌浆过程仍会受到明显抑制，说明其抗逆性具有一定限度。

2.2 高寒地区的主要环境胁迫

研究表明，高寒地区青稞生产面临的逆境胁迫具有明显的复合性特征。低温冻害主要发生在苗期和生殖生长前期，对出苗率和成穗数影响显著。干旱胁迫则贯穿整个生育期，尤其在拔节至灌浆阶段对产量形成影响最大。此外，强紫外辐射易引起叶片光氧化损伤，加速功能叶衰老过程。

在病虫害方面，条锈病和赤霉病在气候条件适宜年份呈现出高发态势，对青稞产量和品质造成显著影响。上述多重胁迫的叠加，是导致高寒地区青稞生产风险增加的重要原因。

2.3 气候变化对青稞生产的影响趋势

结合气候变化背景分析发现，近年来高寒地区积温条件有所改善，有利于青稞生育进程提前，但与此同时，降水时空分布不均和极端天气事件发生频率上升，加剧了生产不稳定性。本研究认为，在气候变化趋势下，单纯依赖环境改善难以保障青稞稳产，必须通过抗逆品种与栽培技术协同提升系统适应能力。

3 青稞抗逆性形成机理与遗传基础研究

3.1 抗寒性机理

研究表明，青稞的抗寒性是多层次生理调控与分子调节共同作用的结果。在低温胁迫条件下，青稞通过增强细胞渗透调节能力来维持正常生理功能，其体内可溶性糖、脯氨酸等渗透调节物质含量显著提高，有助于降低细胞冰点并稳定细胞膜结构。同时，低温条件可诱导脱落酸水平升高，参与调控抗寒相关基因的表达。分子层面分析显示，冷诱导转录因子 CBF 及其下游 COR 类基因在低温环境中持续上调，通过调节膜脂组成和抗氧化体系，提高植株对冻害的耐受能力。这一抗寒机制为高寒地区青稞品种改良提供了重要理论基础。

3.2 抗旱性生理机制

青稞的抗旱性主要体现在水分获取能力增强与水分消耗调控优化两个方面。研究发现，在干旱胁迫条件下，青稞根系向深层土壤延伸能力较强，有利于吸收深层水分资源，从而缓解地表水分不足带来的影响。同时，青稞能够通过气孔调节机制降低蒸腾强度，提高水分利用效率。在分子调控层面，干旱胁迫可诱导 DREB 和 LEA 等抗旱相关基因表达，这些基因参与渗透保护物质合成和细胞结构稳定维持。上述生理与分子响应机制共同作用，使青稞在高寒干旱环境下保持相对稳定的生长状态。

3.3 抗病性与抗逆基因资源挖掘

研究表明，青稞在长期进化过程中形成了一定程度的天然抗病性，这与其丰富的抗逆基因资源密切相关。通过田间抗病性鉴定与遗传分析发现，青稞对条锈病、赤霉病等主要病害的抗性具有明显的数量性特征，并受多基因协同调控。相关研究在青稞多个染色体区域定位到抗病性相关位点，为抗病育种提供了遗传基础。结合分子标记辅助选择技术，可实现抗病基因的定向聚合，提高育种效率。同时，通过挖掘抗逆与抗病性状的共性调控通路，有助于培育兼具多重抗性的高寒适应型青稞品种。

4 高寒地区青稞抗逆品种的选育方向与育种策略

4.1 选育方向与目标定位

在高寒生态条件下，青稞的选育应以“抗寒、抗旱、抗病、稳产”为核心目标，同时兼顾品质提升与生态适应。具体选育方向包括：培育早熟、高光效品种，以适应短生育期和高辐射环境；增强抗逆复合性，提高对多种胁迫的耐受能力；选育高 β -葡聚糖含量的品种，以满足保健食品和加工需求；建立区域化品种布局，形成针对不同区域（冷湿区、干寒区、半农半牧区）的分区推广体系。这些选育目标不仅能够提高青稞的生产效率，还能提升其市场竞争力，推动青稞产业的可持续发展。

4.2 传统选育与现代分子育种结合

传统的青稞选育依靠田间筛选与群体改良，周期较长且易受环境因素的影响。结合现代分子育种技术，能够大幅提高育种效率。通过基因组选择（GS）与表型组学（Phenomics）技术，可在早期阶段筛选出潜在的优良基因型，实现育种的精准化。目前，国内科研单位已建立青稞核心种质资源库，涵盖来自青藏高原、喜马拉雅及北欧地区的 2000 余份材料。通过杂交组合与分子标记辅助筛选，培育了如“喜青 6 号”“藏青 2000”等抗逆代表品种，这些品种在抗冻、抗旱等方面表现优异。

4.3 区域试验与生态适应性评价

抗逆品种的选育需要通过多点区域试验来验证其稳定性。研究表明，在海拔 3200 米以上的地区，青稞的生育期较低海拔地区缩短 5 ~ 7 天，且产量稳定性较强。通过生态分区试验与多环境基因型分析（G×E），可以筛选出适应性广、产量高的综合性品种，确保其在不同高寒环境下的表现稳定。这为高寒地区的青稞推广提供了数据支持，也为品种的区域适应性评估提供了科学依据，推动了青稞品种的精确化选育与推广。

5 青稞高效稳产的栽培技术优化体系

5.1 播期与密度优化

在高寒地区，青稞的播种期和密度对其生长和产量有着重要影响。研究表明，青藏高原中部的适宜播种期为每年

4月中旬至5月初,过早播种容易遭遇冻害,而过晚则会影响青稞的灌浆和成熟。合理的播种密度为每公顷450至525万株,既能保证良好的通风透光条件,又能提高养分的有效利用。为了提高出苗率并减少空穴,采用精量播种机和均匀覆土技术显得尤为重要。这些措施不仅有助于提升青稞的生长环境质量,还能提高整体的生产效益。

5.2 水肥管理与养分调控

青稞对水分和养分的需求集中在拔节至灌浆期,因此水肥管理的关键在于这一阶段的合理调控。根据“基肥为主、追肥为辅”的原则,推荐使用氮、磷、钾的比例为1:0.6:1.2。施用有机肥和微生物菌剂能有效改善土壤结构,增加土壤的保水能力,尤其在干旱地区,节水灌溉技术如滴灌或膜下渗灌可以显著提高水分的利用效率。通过测土配方施肥与智能监测系统,能够实现精准施肥与动态管理,减少10%的施肥量的同时,确保产量稳定,这既有经济效益,也促进了生态环境的可持续发展。

5.3 病虫害综合防控技术

青稞栽培中,条锈病、叶斑病等病害及虫害是影响产量的主要因素。针对这些问题,应推行“抗病品种+综合防控”的策略。在防治病害方面,可通过轮作、深耕等措施减少病源残留,同时使用种子包衣、叶面喷药及生物防治等技术,保证防控效果的同时兼顾生态安全。病害初发期,使用多抗霉素或戊唑醇等低毒药剂能有效防治。虫害方面,可利用性诱剂与天敌释放等生态防控手段,减少农药的使用,从而保障环境的可持续性与农产品的安全性。

5.4 高产优质栽培模式的集成应用

为了实现青稞的高产优质栽培,必须在综合管理基础上构建“优良品种+规范栽培+智能监测”的一体化高效模式。采用无人机监测技术实时跟踪青稞的生长状态和病虫害情况,结合气象数据建立预警模型,以动态调整管理措施。此外,推广保护性耕作、秸秆还田和轮牧轮作等制度,不仅能提高土壤肥力,还能增加生态系统的稳定性,为青稞的可持续生产提供保障。这一模式的集成应用,能够提升农业生产效率,同时保障生态环境的持续健康发展。

6 高寒地区青稞产业化与生态可持续发展方向

6.1 特色产业链构建

青稞作为高原特色农产品,拥有巨大的深加工潜力,能够推动产业的多元化。发展青稞的食品、保健饮品和饲料产业,不仅能有效提升附加值,还能带动青稞产业向功能性农业转型。通过建立以“良种—良法—良品”为核心的全产业链体系,可以实现青稞资源的全面利用。此产业链的构建不仅促进了青稞产品的多元化,还能够推动农业产业结构的优化升级,提高农民收入,进而推动区域经济转型。通过提高青稞的深加工水平和产品附加值,可以提高产业的整体竞争力,为高原地区的农业经济注入新动能,确保青稞产业的

可持续发展。

6.2 科技支撑与政策保障

为了进一步提升青稞产业的生产效率和产品质量,政府应加大对科研平台的建设,支持青稞的遗传改良和栽培技术创新。通过建立区域种质资源共享平台与科技推广体系,可以有效促进科研院所、企业与农户之间的协同合作,推动青稞产业的科技进步。同时,政府应通过政策补贴与保险机制,降低高寒地区农业生产的风险,确保青稞种植的长期稳定发展。政策保障不仅可以帮助农民应对极端气候和自然灾害,还能激励更多的农业技术创新和可持续发展,为青稞产业的竞争力提供有力支撑。

6.3 生态与社会效益协调发展

青稞种植在高寒地区具有显著的生态效益。青稞的根系有助于防止水土流失,促进有机质积累,改善土壤质量,从而具有重要的生态保护功能。推广生态农业模式,如有机青稞和绿色认证生产,不仅能够促进环境保护,还能提高青稞产品的市场竞争力。通过提高生产的生态标准,青稞产业能够实现经济效益与生态效益的双赢,促进可持续发展。此外,青稞的生态价值也能够提升其在国际市场上的竞争力,并为区域环境保护和社会福祉做出积极贡献。

7 结语

研究表明,抗逆基因的有效利用与分子育种技术的引入,是提升青稞适应高寒逆境能力的关键途径;在此基础上,通过播期、密度及水肥调控等栽培措施的协同优化,可显著提高青稞产量稳定性和生产效益。研究认为,构建“遗传改良—精准栽培—生态调控”相结合的综合技术体系,是保障高寒地区青稞持续稳产和生态安全的有效路径。本研究可为高寒地区青稞生产实践和后续深入研究提供理论依据与技术参考。

参考文献

- [1] 次仁措姆.西藏日喀则东北高寒地区春青稞高产栽培技术[J].农业科技通讯,2019,(03):210-211.
- [2] 尼玛扎西,高寒地区早熟春青稞新品种藏青690选育与示范推广.西藏自治区,西藏自治区农牧科学院农业研究所,2016-01-01.
- [3] 熊兴容.仁布县高寒地区青稞栽培技术要点[J].南方农业,2025,19(17):114-117.
- [4] 毕玉蓉.青稞对环境胁迫的生理响应及信号转导与分子机理研究.甘肃省,兰州大学,2015-12-15.
- [5] 杨子儒.青海不同产区青稞品种昆仑14号优质丰产栽培技术研究[D].扬州大学,2025.
- [6] 屈燕.冻融及盐碱胁迫下添加青蒿素和黄腐酸钾对青稞幼苗的生理影响[D].吉林大学,2022.
- [7] 付正波,刘猛道,许金波,等.云南保山青稞新品种适应性研究[J].中国种业,2021,(11):87-90.
- [8] 蔡静.温度对青稞非生物胁迫抗性基因节律性表达的影响研究[D].西北大学,2018.