Research on Saline-Alkali Land Improvement, Utilization, and Cultivation Techniques of Salt-Tolerant Crops

Yixinima

Longzhong Township Agriculture and Animal Husbandry Comprehensive Service Center, Gangba County, Shigatse, Xizang, 857700, China

Abstract

Due to the influence of unique geographical and climatic conditions, plateau saline-alkali soils exhibit high surface salt accumulation, low vegetation coverage, and poor land productivity, which are major constraints on the sustainable development of agriculture in plateau regions. By leveraging the specific formation mechanisms of plateau saline-alkali soils and based on soil physicochemical properties and crop growth requirements, developing suitable saline-alkali soil improvement technologies and salt-tolerant crop cultivation models can effectively resolve the conflict between soil salinization and crop growth, enhance land utilization efficiency, and promote the coordinated development of agricultural ecology and production in plateau areas. Starting with the distribution and formation of plateau saline-alkali soils, the study analyzes the adaptability and application limitations of various improvement techniques, optimizes key aspects of salt-tolerant crop cultivation, and establishes an integrated system of improvement and cultivation to provide technical support for the resource utilization of plateau saline-alkali soils.

Keywords

Plateau regions; saline-alkali land; improvement techniques; salt-tolerant crops; cultivation techniques

盐碱地改良利用与耐盐碱作物栽培技术研究

益西尼玛

西藏自治区日喀则市岗巴县龙中乡农牧综合服务中心，中国·西藏 日喀则 857700

摘要

高原盐碱地由于特殊的地理气候条件的影响，土壤盐分表聚性高，植被覆盖率低，土地生产力差，是制约高原地区农业可持续发展的主要瓶颈。依托高原盐碱地形成的特殊机理，根据土壤理化性质和作物生长要求，研发适合高原环境的盐碱地改良技术和耐盐碱作物栽培模式，可以有效地解决土壤盐碱化和作物生长之间的矛盾，提高土地利用率，促进高原农业生态和生产协调发展。研究从高原盐碱地的分布、形成入手，分析各种改良技术的适应性以及应用限制，优化耐盐碱作物栽培的关键环节，创建改良和栽培一体化的技术体系，给高原盐碱地资源化利用提供技术支持。

关键词

高原地区；盐碱地；改良技术；耐盐碱作物；栽培技术

1 引言

高原地区地势高、气候寒冷干旱、蒸降比失衡、封闭地形和构造运动的影响下，土壤盐分长期积累形成大面积的盐碱地，盐碱地土壤盐分组成复杂、碱化程度严重、土壤结构板结、保水保肥能力极差，严重影响作物根系发育和养分吸收。现有的改良技术大多照搬平原地区的模式，没有考虑到高原低温、缺氧、昼夜温差大等环境特点，造成改良效果不稳定，作物成活率低。耐盐碱作物的栽培缺少针对性品种和配套技术，品种选择和田间管理相脱离，从而加重了高原盐碱地利用的困境。根据高原盐碱地形成特点，优化改良技术参数，完善栽培环节控制，使改良技术和栽培方式深度融合，成为解决高原盐碱地利用问题的关键，也是高原农业高质量发展的新方向。

【作者简介】益西尼玛（1987-），女，藏族，中国西藏山南人，本科，中级农艺师，从事农业技术研究。

2 高原盐碱地的形成特征

2.1 高原盐碱地的分布概况

高原盐碱地主要分布在高原湖盆区、河流沿岸和局部洼地，多在构造运动形成的封闭洼地中形成，地势低洼、排水不畅，是盐分积聚的地形条件。分布区多与海拔高、气温低相联系，植被覆盖度低，多为耐盐碱草本植物，有些地方甚至是无植被生长的地区，土地利用价值很低。分布有明显的区域性聚集特点，受湖盆退缩和地下水分布的影响，盐分分布差别较大，湖盆周围土壤盐碱化程度比周边坡地高，地下水位较高处盐分表聚现象更加严重[1]。

2.2 土壤盐分积累的成因

高原盐碱地盐分积累是地形、地质、气候等多种因素共同作用的结果，封闭洼地地形使地表径流和地下径流汇合在一起，不能及时排出，盐分随着水分在地表聚集。高原强烈构造运动造成湖泊不断缩小，湖积物经长时间浸渍形成盐泥，随着水分蒸发，盐泥中的盐分向地表迁移，慢慢形成盐结壳。岩石风化形成的易溶性盐随着径流进入洼地，又补充了土壤盐分的储备，土壤胶体对钠离子的吸附作用使土壤碱化程度加重，形成盐化和碱化共存的土壤。

2.3 气候水文对盐碱化的影响

高原地区寒冷干燥的气候特点，是造成盐分积累的主要原因，降水稀少、分布不均，蒸发量远远大于降水量，使得土壤水分不断向上迁移，把地下水中的盐分带到地表，产生盐分表聚。冬季大风天气加大了土壤水分的蒸发速度，又加强了盐分的积累，低温环境减缓了土壤微生物的活动，降低了盐分的分解速度，使盐分长时间保留在土壤表层。地下水位过高、矿化度高，水分通过毛细作用不断上升，加重地表盐分积累，排水不畅造成盐分不能随径流排出，形成恶性循环[2]。

2.4 盐碱地类型与危害程度

高原盐碱地可分为氯化物型、硫酸盐型和苏打型，南部湖盆区多为苏打型盐碱地，北部多为氯化物—硫酸盐型，盐分组成不同造成危害程度不同。苏打型盐碱地土壤呈强碱性，容易破坏土壤结构，造成土壤板结，影响作物根系的呼吸和养分的吸收；氯化物型和硫酸盐型盐碱地容易造成作物生理脱水，出现叶片枯黄、生长停滞的现象，严重的会死掉。土壤盐碱化不但会降低土地的生产能力，还会破坏周围的生态环境，加重土地的沙化，进而影响高原农业的发展以及生态修复[3]。

3 盐碱地改良的主要技术

3.1 物理改良与排盐工程

物理改良以打破土壤板结、促进盐分排出为特点，高原低温环境下改良方式以深耕松土、客土压碱为主，深耕可以打破土壤黏重结构，增加土壤孔隙度，促进盐分向下迁移，减少表聚现象。客土压碱选用无盐碱、质地疏松的土壤覆盖在盐碱地表层，隔绝表层盐分与作物根系接触，缓解盐碱危害，但是需要消耗大量的优质土壤，在高原地区运输成本较高，不适宜大面积推广。排盐工程采用明沟排水和暗管排水相结合的方式，明沟用来排出地表径流带入的盐分，暗管用来降低地下水位，减小毛细水上升造成的盐分积累，根据高原地形特点来调整排水坡度，防止低温造成管道冻堵。

3.2 化学改良与调理剂应用

化学改良利用调理剂调节土壤的酸碱度，降低土壤的盐分含量，适应高原盐碱地的调理剂应该具有耐低温、易分解的特点，不能造成调理剂残留对土壤的二次污染。施用改良剂可以中和土壤碱性，降低土壤胶体对钠离子的吸附，促进盐分淋溶，改善土壤结构，提高保水保肥能力。石膏类调理剂可以补充土壤中的钙离子，置换掉土壤中的钠离子，改善土壤的碱化情况，但是见效比较慢，需要配合灌溉措施来加强改良的效果。生物炭类调理剂孔隙度高、吸附能力强，能吸附土壤盐分，改善土壤结构，提高土壤温度，适应高原低温环境，但是成本较高，推广受限。

3.3 综合改良技术集成模式

单一的改良技术很难完全解决高原盐碱地改良的难题，综合改良技术集成模式将物理、化学、生物改良的优点结合起来，根据土壤盐碱化程度和区域环境特点，对技术组合进行优化。轻度盐碱地以物理深耕和生物植被恢复相结合的方式为主，不需要大量的调理剂，降低了改良的成本；中度盐碱地以物理排盐、化学调理和生物种植相结合的方式为主，先通过排盐工程降低地下水位，施用调理剂调节土壤酸碱度，再种植耐盐碱植物，强化改良效果；重度盐碱地以客土压碱、化学调理和暗管排盐相结合的方式为主，先通过客土覆盖隔绝盐分，施用调理剂改善土壤结构，再通过暗管排水持续降低土壤盐分含量，逐步实现土壤改良。

4 耐盐碱作物栽培技术

4.1 耐盐碱作物品种筛选

耐盐碱作物品种筛选要根据高原低温、缺氧、盐碱化环境的特点，选择耐低温、耐盐碱、生长周期短的作物品种，防止品种不适应造成生长不良。筛选时主要从作物的耐盐阈值和抗寒性两方面入手，选择根系发达、叶片厚实的品种，有利于提高水分和养分的吸收能力，抵御盐碱和低温的胁迫。经过田间试种，对不同盐碱化程度的土壤中作物生长情况进行观察，筛选出适应性强、产量高的品种，根据高原农业生产需求选择具有食用和饲用价值的作物，提高土地利用率。筛选工作要依照高原各个区域的盐碱化类型差别，针对苏打型盐碱地，先挑选耐碱性较强的作物品种，避开土壤强碱性给作物根系带来的腐蚀影响；针对氯化物—硫酸盐型盐碱地，着重挑选耐盐性较好的品种，减轻盐分对作物生理代谢的抑制作用。筛选过程中要剔除外来品种的无序引进，先选育高原本土耐盐碱作物资源，这些作物在高原低温、缺氧、昼夜温差大等自然条件下已经形成了适应性的生理特征，比

外来品种更容易存活并保持较高的产量，还能减少外来品种引入给高原本土生态环境带来的影响，从而达到品种筛选和生态保护的双赢效果。2025年我乡查那村试种20亩耐盐青稞（拉孜锡钦乡锡钦村青稞种子），亩产520斤，较本地常规青稞亩产增产约180斤。在试种取得成功的基础上，2026年计划推广该耐盐青稞种子300亩，预计亩产可达560斤。

4.2 播种育苗关键技术

播种育苗要按照高原气候特点，避开低温霜冻期，选择气温稳定的时期播种，保证种子发芽率。播种前对种子进行预处理，用温水浸种法打破种子休眠，提高发芽率，用改良剂拌种，提高种子耐盐碱能力，减少苗期盐碱危害。育苗基质选择无盐碱、疏松透气的材料，加入适量有机肥提高基质肥力和保水能力，育苗过程中控制基质湿度和温度，防止低温造成幼苗冻伤，定期喷施营养液促进幼苗生长，培育壮苗。育苗方式首选温室育苗，利用温室控制温度和湿度，避免高原露天育苗受到的低温、大风、干旱等不利影响，为幼苗生长提供稳定的环境。温室育苗期间，应合理调节通风时间，防止温室内部湿度过大造成病害，根据幼苗生长情况调节光照时长，促进幼苗光合作用，提高幼苗抗逆性。幼苗移栽前要进行炼苗处理，逐渐降低温室温度和湿度，使幼苗适应外界高原环境，缩短移栽后的缓苗时间，提高移栽成活率，移栽时避开大风、降温天气，选择晴天午后进行，移栽后及时浇灌定根水，淋洗根部土壤盐分，保护幼苗根系。

4.3 水肥调控与盐分管理

水肥调控要遵照“少量多次，精准供给”准则，防止大水漫灌引发的盐分表聚，灌溉采取滴灌形式，精确掌控灌溉量，再联系土壤盐分含量，定时浇灌淡水，淋洗土壤表层盐分，削减土壤盐碱度。施肥以有机肥为主，配合一定量的速效肥，有机肥可以改善土壤结构，提高土壤保水保肥能力，减轻盐分对作物的危害，速效肥可以迅速补充作物生长所需的养分，促进作物生长。施肥时禁止使用碱性肥料，防止土壤碱化加重，根据作物生长阶段调整施肥种类和用量，做到养分精准供应。灌溉时间以晴天上午为宜，此时气温较低，水分蒸发量小，可以减少水分蒸发造成的盐分表聚，避免午后高温时段灌溉，防止水分快速蒸发造成土壤盐分浓度升高，加重作物盐碱胁迫。有机肥必须经过充分腐熟之后才能施用，不能使用未腐熟的有机肥，因为未腐熟的有机肥在土壤中会发酵产生热量，灼伤作物根系，而且还会增加发酵过程中产生的碱性物质，加重土壤碱化。速效肥施用要配合改良剂，中和土壤盐分，提高肥料利用率，防止肥料与土壤盐分反应，降低施肥效果。

4.4 田间管理与抗逆栽培

田间管理主要针对杂草清除和病虫害防治，杂草会与作物争夺养分和水分，加重作物的盐碱胁迫，要及时清除杂草，不能使用除草剂残留对土壤和作物造成危害。病虫害防治坚持预防为主的方针，根据高原低温环境的特点，主要防治低温引起的病害和食叶害虫，采取生物防治和物理防治相结合的方法，减少化学农药的使用，保护土壤生态环境。抗逆栽培采用覆盖保墒、增温措施来减轻低温和干旱的胁迫，提高作物的抗逆性，覆盖物可以是秸秆、地膜等，减少土壤蒸发，抑制盐分表聚，提高土壤温度，促进作物生长。杂草清除应实行“早除、勤除”，即在杂草幼苗期就将其清除掉，以免杂草根系深植于土壤中，同作物争夺水分和养分，从而减轻杂草腐烂之后散落出来的盐分对土壤造成的危害。物理防治可以使用诱虫灯、粘虫板等设备诱杀食叶害虫，生物防治可以施用生物菌剂抑制病害滋生，减少化学农药的使用造成的土壤污染。覆盖保墒时地膜覆盖要选耐低温、易降解的品种，防止地膜残留污染土壤，秸秆覆盖要粉碎均匀铺设，既能保墒增温又能腐烂后增加土壤有机质，改善土壤结构，缓解土壤盐碱化。

5 结语

高原盐碱地改良及耐盐碱作物栽培属于一项复杂的工程，受到地理气候、土壤状况等诸多要素的影响，单靠一种技术或模式很难达到最佳的利用效果。不同的改良技术具有明显的适用性差别，物理改良见效快但是成本高，化学改良效果稳定但是存在二次污染的风险，生物改良生态效益明显但是周期长，综合改良模式可以发挥各个技术的优势，提高改良的效果。耐盐碱作物栽培要实现品种选择、播种育苗、水肥管理、田间管理的同步推进，根据高原环境特点优化各个环节的技术参数，才能提高作物成活率和产量。目前的技术还存在着适配性不高、成本过高、推广困难等缺点，未来要继续对高原盐碱地的形成机理进行深入研究，开发出低成本、易推广的改良技术和栽培方式，促进高原盐碱地资源化利用，实现农业生产与生态修复的协调发展。

参考文献

[1] 李思佳,刘松涛,陈传敏,贾文波,曹悦.盐碱地改良技术:从传统到前沿的突破与挑战[J].山东化工,2026,55(5):58-62.

[2] 齐洪鑫,李凤瑞,董灵艳,王汝明,张爱民,张超,史加亮,赵文超.盐碱地射干高效栽培技术体系构建与示范研究[J].黑龙江农业科学,2026(2):104-108.

[3] 常微,韩传洋,李芳军,董丹,田晓莉,杜明伟,吴慧玲,李召虎.微生物在盐碱地改良中的应用现状与未来展望[J].中国生态农业学报（中英文）,2026,34(3):547-558.