

优质牧草品种选育与人工草地高效利用研究

拉巴平措

西藏自治区日喀则市拉孜县农牧综合服务中心, 西藏自治区日喀则市拉孜县, 858100;

摘要: 优质牧草是畜牧业可持续发展的物质基础, 其品种选育与人工草地高效利用是提升草业生产力的关键环节。本文系统阐述了优质牧草的营养品质特征及其主要性状评价指标, 重点分析了驯化育种、杂交育种、诱变育种、倍性育种与基因工程育种等多种创新选育方法的原理与应用效果。研究指出, 分子标记辅助选择与基因编辑技术的结合, 正推动牧草育种由经验改良向精准设计转变。同时, 本文探讨了人工草地建设、管理与生态利用的高效途径, 提出以混播模式、精准施肥与信息化监测为核心的高效利用体系。

关键词: 优质牧草; 育种技术; 基因工程; 人工草地利用

DOI: 10. 64216/3080-1486. 25. 09. 062

引言

随着全球畜牧业向集约化与生态化方向发展, 优质牧草的生产与利用水平成为制约草业产业化进程的重要因素。传统牧草品种在产量、营养品质及抗逆性方面已难以满足现代畜牧业的高效生产需求。近年来, 分子育种、生物诱变与倍性操作等技术的广泛应用, 为牧草遗传改良提供了新的途径。与此同时, 人工草地的科学建设与高效管理成为提升草业生产力的重要保障。然而, 当前我国牧草生产仍面临品种更新滞后、草地退化及管理粗放等问题。针对这些瓶颈, 系统研究牧草的选育方法与草地利用模式, 对于构建高产、优质、可持续的草业体系具有重要的理论价值和现实意义。本文以优质牧草品种选育与人工草地高效利用为研究核心, 旨在为牧草产业升级提供技术支撑与科学依据。

1 优质牧草品种选育方法

优质牧草营养品质以粗蛋白含量、纤维素和木质素比例、可溶性糖以及矿物质元素为主要指标, 这些成分直接影响牧草的适口性与饲用价值。产量潜力则反映在生物量积累速度与单位面积干草产量上, 同时需兼顾多茬收割后的再生恢复能力。抗逆性包括抗寒、抗旱、耐盐碱和抗病虫等特性, 是决定牧草区域适应性与稳定生产的重要因素。

1.1 驯化育种

驯化育种是牧草选育中最基础且最具长期价值的方法之一。其核心是通过人工选择和生态适应性驯化, 使野生或地方牧草群体逐步稳定表现出优良的农艺性状。研究者通常从生态多样性区域采集种质资源, 经过多代栽培、筛选与环境驯化, 使其在人工种植条件下形

成高产、优质、抗逆的稳定品系。该过程强调自然适应性与人为选择的协同作用, 尤其在边缘生态区, 驯化育种能显著提高牧草的环境适应度。随着分子生物学的应用, 基于遗传多样性分析的驯化策略逐渐兴起, 通过遗传背景评估与群体结构分析, 可以更科学地指导驯化方向。驯化育种不仅是牧草改良的起点, 也是地方种质保护与利用的关键途径, 为后续杂交或分子设计育种奠定遗传基础^[1]。

1.2 杂交育种

杂交育种是牧草改良中最常用的遗传创新手段之一, 其原理是通过不同基因型间的杂交组合, 重组有利基因, 创造新的遗传变异以获得综合性状优异的新品种。在具体操作中, 育种者需充分利用亲本材料的遗传互补性, 通过系统配组试验确定最佳杂交组合^[2]。近年来, 人工控制授粉与分子标记辅助选择(MAS)技术的应用, 使优异基因的聚合效率显著提高。对于牧草而言, 杂交育种不仅追求产量与品质的双重提升, 更注重抗逆性和再生力的改良。尤其在多年生牧草中, 通过远缘杂交可以突破生殖隔离, 实现基因资源的拓展。未来, 基因组预测与全基因组选择(GS)技术的结合将进一步缩短育种周期, 提高杂交育种的精准性和可控性, 从而加速优质牧草新品种的培育进程。

1.3 诱变育种

1.3.1 物理诱变育种

物理诱变育种通过辐射能量改变遗传物质结构, 从而产生遗传变异。常用的物理诱变源包括 γ 射线、X射线、离子束以及激光照射等。其诱变效果受辐射剂量、作用时间和材料敏感度影响。对于牧草种子而言, 适度

的辐照可引起点突变、染色体重排等遗传改变,从而获得高产、抗逆或改良品质的突变系。近年来,离子束诱变因能量密度高、诱变谱广而备受关注,已在多年生黑麦草、苜蓿等牧草中获得显著改良成果。物理诱变的优势在于诱变类型清晰且稳定,但需避免过度辐照导致生理伤害^[3]。现代研究中,辐照后结合分子标记筛选和表型分析,可有效提高突变利用率,为牧草育种提供新方向。

1.3.2 化学诱变育种

化学诱变育种利用化学试剂与核酸反应,引起碱基替换或链断裂,进而实现基因突变。常用诱变剂包括乙基甲磺酸乙酯(EMS)、亚硝基胍类、甲基磺酸乙酯等。化学诱变的优点在于诱变效率高、突变类型多样,尤其适用于遗传背景明确的牧草材料。实验过程中需严格控制诱变剂浓度与处理时间,以平衡诱变率和材料存活率。现代研究多采用微剂量多周期处理策略,以获得稳定且可遗传的变异体。化学诱变结合高通量基因检测技术,可实现突变位点的精准定位,为牧草功能基因解析和分子设计育种提供基础。随着分子育种理念的深化,化学诱变正由随机变异向定向诱变转变,在优质牧草选育中展现出广阔的应用前景。

1.3.3 诱变育种效率的影响因素

诱变育种的效率受多种因素制约,包括诱变材料的生物学特性、诱变剂类型、剂量控制、处理方式及后代筛选策略等。不同牧草种类对诱变处理的敏感性存在显著差异,种子含水量、成熟度及储藏状态均会影响突变率。诱变剂的选择需依据目标性状与遗传背景确定,物理诱变更适合产生结构变异,化学诱变则常用于碱基替换型变异^[4]。此外,诱变后的遗传筛选环节尤为关键,应结合表型观察与分子检测共同进行,以避免漏选或误判。环境条件亦对突变体的表达稳定性产生重要影响。近年来,随着基因组分析技术的应用,诱变效应的量化研究得以实现,使诱变过程更加可控和高效,为牧草种质创新提供了科学依据。

1.4 倍性育种

1.4.1 单倍体育种

单倍体育种是利用单倍体个体快速获得纯合二倍体品系的高效育种方法。单倍体通常来源于花药、花粉或未受精胚珠,通过组织培养或化学诱导获得。由于单倍体只含有单套染色体,其基因型在加倍后可直接形成完全纯合的二倍体,为后续选育提供稳定遗传材料。在牧草中,单倍体育种特别适用于具有复杂异交体系的物种,如黑麦草和多年生燕麦等。通过单倍体诱导,可显

著缩短育种周期,减少传统自交选择所需时间。现代研究中,利用诱导基因或花粉培养体系的优化,单倍体产率与加倍成功率均得到提升。此外,结合分子标记技术,可在单倍体阶段实现目标性状筛选,提高育种精度。单倍体育种为快速构建优质牧草纯合系提供了可行路径。

1.4.2 多倍体育种

多倍体育种通过人工诱导染色体加倍,创造遗传多样性并提升植物生理性能。最常用的诱导剂是秋水仙碱和苯酰二脲类化合物,它们能抑制纺锤体形成,使染色体在细胞分裂中不分离,从而产生多倍体细胞。多倍体牧草通常表现为生长旺盛、叶面积扩大、根系发达和抗逆性增强,特别适用于改良牧草的生物量和耐寒、耐旱能力。例如,在苜蓿、黑麦草和羊茅等物种中,多倍体系的蛋白质含量与饲用价值均显著高于二倍体。多倍体育种的关键在于诱导剂量和处理时期的精准控制,以避免生理障碍或嵌合体产生。近年来,随着基因组分析与细胞流式技术的发展,多倍体识别与筛选效率显著提高,使该方法在牧草遗传改良中的应用更加成熟和高效。

1.5 基因工程育种

1.5.1 分子标记辅助选择育种

分子标记辅助选择(MAS)是基因工程育种的重要组成部分,通过特定DNA标记追踪目标基因,实现对复杂性状的间接选择。该技术基于目标性状与分子标记的连锁关系,能够在早期育种阶段实现高效筛选,显著缩短选育周期。牧草中产量、抗病性及营养品质等多为数量性状,传统表型鉴定难度大,而MAS技术通过SSR、SNP及AFLP等标记体系,可在基因组水平上实现精准定位。随着高通量测序的发展,构建全基因组关联分析(GWAS)和标记芯片成为可能,使牧草种质改良进入数据驱动阶段。MAS在苜蓿、黑麦草等物种的抗寒、抗旱和蛋白积累性状改良中已取得显著进展。

1.5.2 转基因育种

转基因育种通过外源基因导入实现牧草目标性状的定向改良,是实现基因水平精准改良的关键路径。常用方法包括农杆菌介导法、基因枪法及原生质体转化等。通过引入抗逆、抗虫、提高营养品质等功能基因,可显著提升牧草综合利用价值。例如,引入抗旱相关转录因子基因可增强植物水分保持能力,转入高赖氨酸合成基因可提高蛋白质质量。转基因牧草在提高牧草生产效率与生态适应性方面具有巨大潜力,但同时也面临生物安全与生态风险评估的挑战。为确保其可持续推广,需严格遵循基因漂移控制和生态评估规范。未来,基因编辑与转基因技术的融合将进一步提升牧草分子改良的

精准性与可控性。

1.5.3 基因编辑育种

基因编辑育种以 CRISPR/Cas、TALEN 和 ZFN 等技术为核心,通过精准定位并修饰特定基因位点,实现遗传性状的定向改良。该技术相较传统转基因方法更加精确,不依赖外源 DNA 的长期存在,可有效避免转基因安全争议。在牧草研究中,基因编辑被广泛应用于抗逆性、养分积累及生物量调控基因的改良。通过编辑关键代谢通路基因,可显著提升牧草氮素利用效率和抗逆能力。随着基因组测序和功能注释的完善,候选基因的筛选与编辑效率大幅提高。近年来,CRISPR/Cas9 系统在黑麦草与苜蓿中的成功应用标志着牧草精准育种进入新阶段。未来,结合多基因编辑与基因组选择策略,基因编辑育种将成为推动优质牧草产业升级的重要技术力量。

3 优质牧草人工草地高效利用措施

3.1 人工草地建设与种植模式优化

人工草地建设是优质牧草高效利用的基础环节,其科学性直接影响草地生产力与可持续性。合理的种植模式应综合考虑土壤类型、气候条件、牧草品种特性及利用方式等因素。建设初期需进行系统的地力评估与改良,通过深松整地、配方施肥及排灌系统完善,为牧草生长创造适宜环境。在种植结构上,混播模式因其群落稳定性和资源互补效应而广泛应用。豆科与禾本科牧草的合理组合可提高氮素利用效率,减少化肥依赖,实现生态与经济效益的双赢。此外,轮作与间作制度有助于病虫害控制与地力恢复。近年来,BIM 农业信息化管理与精准播种技术的应用,使草地布局更加科学。通过优化草种配置与播种密度,可有效提升人工草地的生物产量与可持续利用水平。

3.2 草地管理与生产调控技术

科学的草地管理是实现牧草高产稳产的关键。人工草地建成后,应根据牧草生长规律和生态承载力制定精细化管理方案。水肥管理方面,应依据牧草生长阶段实施差异化调控,早期重氮促进分蘖,中后期以磷钾为主以增强抗逆与再生能力。合理刈割频率与高度对牧草再生力和群落稳定性具有显著影响,一般应在抽穗前期刈割,以平衡营养积累与产量。病虫害防控方面,生物防治与生态调控逐渐取代化学农药,形成绿色草地管理体系。近年来,智能感知与无人机遥感技术被用于草地长势监测,可实时获取生长参数,为精准管理提供决策依

据。通过动态调控与系统管理,人工草地的资源利用效率与生态功能得以显著提升。

3.3 草地利用与生态可持续策略

人工草地的高效利用不仅依赖于生产技术,更需建立与生态保护相协调的可持续利用体系。过度放牧、单一刈割或肥料失衡均可能导致草地退化与生态系统失稳。因此,在利用过程中应坚持“生态优先、适度利用”的原则。合理确定载畜量与放牧制度,可在保证牧草再生的同时维持群落多样性。采用分区轮牧与季节性休牧制度,能够延长草地利用年限并提高土壤有机质积累。牧草秸秆还田与生物质还原技术的推广,有助于实现养分闭环与碳循环。近年来,生态补偿与草畜平衡政策为草地可持续利用提供制度保障。未来,应将人工草地纳入区域生态管理体系,通过遥感监测与生命周期评估,实现高效生产与生态保护的有机统一。

4 结束语

优质牧草的育种与高效利用是现代草业发展的双轮驱动。通过整合传统育种与分子生物学技术,牧草遗传改良已逐步实现从表型选择向基因精准调控的跨越。与此同时,人工草地的科学建设与生态管理为牧草生产提供了稳定的物质基础。研究表明,合理的种植结构、精准化管理以及生态友好的利用策略,可在保障产量与品质的同时,维持草地系统的生态平衡。未来,应加强基因组学、表观遗传学与遥感信息技术的融合研究,建立涵盖种质创新、草地生态与产业应用的全链条技术体系。通过科技创新与绿色管理协同推进,优质牧草产业将实现生产效率与生态效益的同步提升,为我国畜牧业高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 申忠宝,优质牧草新品种选育与配套种植加工技术集成与示范. 黑龙江省,黑龙江省农业科学院草业研究所,2023-05-31.
- [2] 杨墨,寒区优质牧草新品种选育与推广应用. 黑龙江省,黑龙江省农业科学院畜牧兽医分院,2022-12-23.
- [3] 翟桂玉,姜慧新,李爱海,王艳芹,原培勋,毕云霞,刘展生,郭玉泉,周开锋,优质牧草品种选育及产业化开发. 山东省,山东省畜牧总站,2016-01-01.
- [4] 李红,优质牧草新品种选育及生产配套技术研究. 黑龙江省,黑龙江省畜牧研究所,2009-12-08.