

燕麦品种中燕1号改良三圃制提纯复壮技术

陈梅¹ 吕南² 杨鹏¹ 宋义权¹ 陈旭²

(¹北京特品降脂燕麦开发有限责任公司,北京 100081;²中国农业科学院作物科学研究所,北京 100081)

摘要:以燕麦品种中燕1号为研究对象,系统阐述改良三圃制(选择圃、株行圃、穗行圃、穗系圃、原种圃)在燕麦提纯复壮中的技术流程。重点探讨品种选择标准、三圃田种植基地建设规范、田间管理要点及良种繁育体系构建方法,为燕麦品种提纯复壮,特别是燕麦高 β -葡聚糖特性的维持提供可推广的标准化技术方案。

关键词:中燕1号;改良三圃制;提纯复壮; β -葡聚糖

Purification and Reinforcement Technology of Zhongyan No. 1

Oat Based on the Improved Three-Course Cropping

CHEN Mei¹, LYU Nan², YANG Peng¹, SONG Yiquan¹, CHEN Xu²

(¹Beijing Special Lipid-Lowering Oat Development Co., Ltd., Beijing 100081;

²Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

燕麦是一种营养丰富的谷物,富含 β -葡聚糖、可溶性膳食纤维、燕麦碱等成分,其 β -葡聚糖被证实可通过降低低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和调节餐后血糖发挥心血管保护作用。作为耐寒作物,燕麦在贫瘠土壤中仍能保持较高产量,其种植对农业可持续发展和保护粮食安全具有重要价值^[1]。中燕1号是中国农业科学院作物科学研究所燕麦研究团队在对我国燕麦种质资源鉴定研究的基础上,成功培育出的高 β -葡聚糖含量的裸燕麦品种。其母本为地方品种夏燕麦,特点是 β -葡聚糖含量高(5.0%~5.5%);父本为赤38莜麦,特点是产量高、农艺性状好。然而,随着种植年限延长和环境压力加剧,中燕1号种质退化问题日益突出,严重威胁其生产潜力。燕麦 β -葡聚糖作为其核心功能成分,在种质退化过程中由于遗传漂变与基因型混杂、连作障碍与代谢抑制、抗逆性衰退与次生代谢失衡等机制^[2]的存在,而呈现显著下降趋势。

三圃制是一种作物良种繁育体系,即通过设立

株行圃、株系圃和原种圃三个阶段,对优良单株进行分代筛选和鉴定,其核心特点包括分阶段选择、严格去杂去劣及多代遗传稳定性验证^[3]。在品种提纯复壮中,采用三圃制可通过逐代淘汰遗传变异株和劣株,有效恢复品种原有优良特性,降低混杂退化风险,延长品种使用年限,同时为后续生产提供高纯度原种。尤其对于小麦、青稞等自花传粉作物效果显著。本研究采用的改良三圃制,整个筛选流程依次为选择圃—株行圃—穗行圃—穗系圃—原种圃。这一逐层筛选的过程旨在获得高质量的混系种子,以供原种圃的种植使用。改良后的三圃制不仅提高了种子的纯度和健康水平,还有效地促进了中燕1号品种的提纯和复壮,同时能够确保所选种子的遗传稳定性,有效解决种质退化过程中因基因型混杂等因素导致的 β -葡聚糖含量持续降低的问题。

1 品种与基地选择

1.1 燕麦品种选择 中燕1号具有独特的农艺性状及优越的营养特性, β -葡聚糖含量为5.5%~6.0%,抗倒伏能力突出(倒伏率<10%),且耐旱性和抗病性较好,生育期约为90d。然而随着种植代数

增加,中燕1号发生明显的种质退化,主要表现为 β -葡聚糖含量不稳定^[3]。因此采用包括三圃制在内的提纯复壮技术,恢复品种纯度并提高功能成分含量势在必行。

1.2 三圃田种植基地选择 根据燕麦的种植特点,选取河北省承德市丰宁县鱼儿山镇作为种植地点。种植地平均海拔1460m,燕麦生长期平均温度为6~20℃,无极端高温;地处半干旱气候区,土壤有机质含量适中,质地疏松(沙壤土),渗透性良好,无低洼积水区,整体符合燕麦生产需求。种植过程中与常规燕麦田及其他禾本科作物种植区保持500m以上的空间隔离距离,避免生物学混杂,确保提纯复壮材料的遗传纯度^[4]。

1.3 β -葡聚糖检测 燕麦收获后送至实验室及第三方检测机构对燕麦粒 β -葡聚糖含量进行检测。实验室检测采用酶联免疫吸附测定法(ELISA),利用抗原抗体反应原理,将 β -葡聚糖与特定抗体结合,通过酶促反应显色,再用分光光度计测定吸光度,计算获得 β -葡聚糖含量^[5-6]。

2 改良三圃制技术实施流程

2.1 选择圃种植(基础群体建立) 播种前将种子用福尔马林溶液浸泡10min,随后堆闷2h并摊开晾干,用以预防燕麦日常高发的坚黑穗病。种植前深耕20~25cm,并施用复合肥磷酸二铵20~30kg/667m²作基肥。采用宽行稀植模式,行距30cm,株距4~6cm,播种量控制在8~10kg/667m²之间。采用人工开沟点播,播种深度3~5cm,播后覆土镇压保墒。苗期、分蘖期及抽穗期进行灌溉,以促进分蘖成穗,避免干旱,保持土壤湿度。燕麦全生育期均需对其性状进行按时观察和记录,典型性状观测方法见表1。

2.2 燕麦株行圃种植 燕麦株行圃种植通过分蘖

数、穗型及抗病性等性状对单株进行选择。具体为选择分蘖数 ≥ 3 个,茎秆粗壮、抗倒伏,锈病及坚黑穗病抗性高,成熟期籽粒饱满,千粒重 ≥ 25 g的单株进行株行圃播种^[7]。每株种子种1行,行长4m,行距25~30cm,株距5cm。根据表1内容建立株行档案,记录生育期性状表现及淘汰原因。成熟期按“单收、单脱、单储”原则操作,避免机械混杂^[8]。

2.3 燕麦穗行圃种植 将株行圃种植获得的种子以麦穗为单位分别收获,对每穗的株高、穗长、单穗粒数、千粒重等参数进行详细记录。选取株高 ≤ 80 cm,穗长 ≥ 15 cm(穗型紧凑且小穗分布均匀),单穗粒数 ≥ 40 粒,籽粒千粒重 ≥ 25 g,且穗部无坚黑穗病、锈病等侵染痕迹的燕麦进行穗行圃种植。每个穗行设1行,行长2m,行距25cm^[9]。根据表1内容建立穗行档案,记录生育期性状表现及淘汰原因。成熟期每个穗行进行混收。

2.4 燕麦穗系圃种植 将穗行圃的种子以穗行为单位分别收获,对每个穗行的株高、穗长、单穗粒数、千粒重等参数进行详细记录。选取长势一致、符合中燕1号品质特征的种子,进行穗系圃种植。每组被选取的穗系种子设1个小区种植,采用完全随机区组设计,每个小区设4行,行长2m,行距25cm,株行圃周边设2m宽保护行,防止花粉混杂,试验区与相邻地块间隔 ≥ 50 m。根据表1内容建立穗系档案,记录生育期性状表现及淘汰原因。选取各发育阶段皆表现优异的穗系圃小区,成熟期将种子混收用于原种圃的种植。

2.5 原种圃种植 穗系圃种植的燕麦收获后进行混系扩繁。播种前筛选种子,剔除瘪粒、破损粒,确保发芽率 $\geq 90\%$ 。采用机械精量播种,行距25cm,株距2~3cm,每穴播种3~4粒,保苗密度8万~10

表1 燕麦全生育期典型性状观测方法

观察阶段	观测项目	观测方法	工具/标准
苗期	出苗率	在标记1m ² 区域内统计出苗数,计算占播种粒数的百分比	卷尺、计数器
	分蘖数	3~4叶期随机选取10株统计平均分蘖数	游标卡尺
拔节期	株高	地面至最高叶尖垂直高度	测高仪
成熟期	穗长、小穗数	随机取10穗测量长度,并统计小穗数	卷尺
	千粒重	随机取1000粒称重,重复3次取平均值	电子天平
	倒伏率	统计倾斜角度 $>45^\circ$ 的植株占比	倾斜仪
全生育期	病害等级	按0~5级记录锈病、坚黑穗病等的发生程度(0为无病,5为全株枯死)	《植物病害鉴定手册》

万株/667m²。四周设置保护行和25m以上空间隔离带,避免与其他燕麦品种或近缘种杂交^[10]。

待穗上部籽粒完熟、下部籽粒蜡熟时适时收割,割晒后田间后熟3~5d,籽粒含水量≤14%时脱粒,此时干物质积累最大,发芽率稳定^[11-12]。自然晾晒或35~40℃循环风干燥种子^[13],过筛去除瘪粒、杂质,磁选剔除金属异物。储存容器需注明品种名称、纯度、生产日期及批次号,储存空间要求防潮、防鼠、避光,定期通风,以防霉变。贮藏温度≤15℃,相对湿度≤50%,种子含水量控制在12%以下,定期检测环境温湿度及种子发芽率。

3 田间管理关键技术

在改良三圃制实施过程中结合标准化田间管理能够显著优化燕麦的农艺性状与抗逆性。肥水管理 施肥以底肥为主、追肥为辅,氮、磷、钾配合施用。燕麦是耐旱性较强的作物,在有灌溉条件的地区,通过适时补充水分,可实现燕麦超高产栽培。灌溉水应符合GB 5084—2021《农田灌溉水质标准》要求,不能用污染的水源。雨涝时一定要注意排水,可配套排水渠或采取人工挖沟的方法排水。病虫害防治 应选择生物防治,采用低毒农药防治燕麦生长期病虫害,利用2亿孢子/g木霉菌可湿性粉剂50g/667m²拌种预防燕麦黑穗病,利用5%氨基寡糖素水剂1000倍液叶面喷施预防锈病^[14]。蚜虫高发期释放异色瓢虫200头/667m²,或使用低毒农药吡虫啉进行防控,条播机同步实施药剂拌种(如辛硫磷颗粒及福美双)可防控地下害虫。去杂除草 分蘖期、抽穗期和成熟期进行3次田间去杂,剔除异型株、病弱株及杂株,确保杂株率≤0.1%。分蘖期结合中耕进行人工除草,重点清除大麦、节节麦、野燕麦等与燕麦竞争性强的杂草^[15]。燕麦抽穗后3~5d进行逐行检查,重点标记杂株位置并拔除。收获 在蜡熟末期至完熟期前人工割除杂株并单独存放,收割后利用风力或比重筛选机分离轻瘪籽粒及杂种。

4 结语

本研究采用的改良三圃制,是在传统三圃制(株/穗行圃一株/穗系圃—原种圃)的基础上,扩增为选择圃—株行圃—穗行圃—穗系圃—原种圃,通过延长筛选链条(从传统三阶段扩增至五阶段)强化了对退化植株的淘汰能力,并在各阶段均建立了生育期性状档案,重点监测β-葡聚糖含量动态

变化,同时通过分析比较提升抗逆性评估的准确性,为中燕1号的提纯复壮提供了系统性技术支撑。

通过改良三圃制可以使燕麦品种中燕1号获得有效的提纯复壮,预期原种纯度可达99.5%,能够有效提升β-葡聚糖含量的稳定性。目前,已获得结果的数据表明(暂只获得选择圃、株行圃及穗行圃筛选数据),穗行圃燕麦粒β-葡聚糖含量较选择圃增加了12.7%。作为功能食品原料的关键品质指标,β-葡聚糖含量的稳定性提升直接关联降血脂、调节肠道菌群等核心功能特性。稳定且高β-葡聚糖含量的种质资源不仅能够为功能食品产业提供供应链保障,并且通过区块链溯源系统记录全生育期农艺操作,实现从田间到加工厂的质量可追溯,为构建从田间到餐桌的全链条品质保障体系奠定了种质基础。

经过改良三圃制对中燕1号燕麦进行提纯和复壮成功实现了原种的繁育,保持了优良的种性,恢复了品种的高β-葡聚糖含量,并显著延长了品种的使用年限。这一过程不仅有效提升了燕麦的营养价值,还有助于提高其产品的市场竞争力。在提纯复壮过程中详细记录了各个阶段的数据,这些数据的系统性积累,能够建立一套完整的燕麦育种控制参数,为今后的研究和实际应用提供了重要的科学依据。此外,本研究中所采用的改良三圃制技术具备良好的推广潜力,有望扩展至小麦、大麦等其他自花授粉的麦类作物中。这将为未来在多种粮食作物中繁育优良品种奠定坚实的基础,推动农业生产的可持续发展。

参考文献

- [1] 周青平,胡晓炜,汪辉,陈有军. 燕麦在维护国家粮食安全中的重要作用. 草业学报,2024,33(10):171-182
- [2] 朱宏,徐佳,任膺洁,刘彤,梁克红,仇菊,孙君茂. 食品营养强化剂β-葡聚糖及其标准化现状与发展建议. 中国标准化,2019(23):87-94
- [3] 黄桂莲,徐惠云,张婧文. 莜麦新品种晋燕12号的选育及栽培要点. 农业科技通讯,2012(2):105-106
- [4] 曾德智. 浅析燕麦的种植管理. 山西农经,2018(4):62
- [5] 闻平,郭月芳. (1,3)-β-D-葡聚糖ELISA检测方法建立及初步临床应用. 现代检验医学杂志,2003(5):1-2
- [6] 张美俊,杨武德,王超,路花,杨富,严威凯. 燕麦β-葡聚糖含量及其检测方法研究进展. 山西农业科学,2019,47(4):690-694
- [7] 刘伟春. 燕麦特征特性与种植要点. 农业工程技术,2021,41(26):

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20250506004

抗倒伏杂交水稻组合玉龙优 1901 的选育

袁小珍^{1,2} 杨波^{1,2} 刘洁^{1,2} 付唯^{1,2} 付强^{1,2} 李耘^{1,2}

(¹四川省农业科学院水稻高粱研究所(四川省农业科学院德阳分院)/农业农村部西南水稻生物学与遗传育种重点实验室, 德阳 618000; ²国家水稻改良中心泸州分中心, 四川泸州 646100)

摘要: 玉龙优 1901 是四川省农业科学院水稻高粱研究所(四川省农业科学院德阳分院)利用自主选育的抗倒伏、优质不育系玉龙 1A 与自主选育的抗倒伏、优质、耐热恢复系泸恢 1901 杂交选育而成的中籼迟熟杂交水稻组合。该组合抗倒伏性强, 丰产、稳产性较好, 适宜现代农业轻简化栽培收获; 稻米品质达到 NY/T 593—2021《食用稻品种品质》二级标准; 2 年长江上游中籼迟熟组区域试验稻瘟病综合指数分别为 3.7、2.8, 2 年四川省水稻迟熟组区域试验稻瘟病抗性鉴定综合表现为中感。2023 年分别通过国家农作物品种审定委员会审定(国审稻 20231012)及四川省农作物品种审定委员会审定(川审稻 20230005)。对玉龙优 1901 的亲本来源、选育过程、品种特征特性、产量表现、栽培制种技术要点等进行了总结。

关键词: 玉龙优 1901; 选育; 杂交水稻; 抗倒伏

Breeding of Lodging-Resistant Hybrid Rice Combination Yulongyou 1901

YUAN Xiaozhen^{1,2}, YANG Bo^{1,2}, LIU Jie^{1,2}, FU Wei^{1,2}, FU Qiang^{1,2}, LI Yun^{1,2}

(¹Rice and Sorghum Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences (Deyang Branch of Sichuan Academy of Agricultural Sciences) / Key Laboratory of Southwest Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Deyang 618000, Sichuan; ²Luzhou Branch of National Rice Improvement Center, Luzhou 646100, Sichuan)

水稻是我国种植面积较大、总产量较高的粮食作物之一, 对于保障国家的粮食安全具有举足轻重的作用。目前, 随着水稻单位面积产量的不断提高, 水稻倒伏问题日益突出, 已经成为威胁水稻正常生

产的巨大隐患之一。国内外研究者经过几十年的不断研究, 在水稻抗倒伏的成因、机制、影响因素、评价方法以及抗倒伏遗传育种研究等方面取得了巨大进展^[1]。抗倒伏性不仅直接关系水稻的产量和品质^[2], 还对增强水稻抗逆性、降低农业生产成本和适应现代农业发展有着重要意义。且随着农业机械化程度的提高, 抗倒伏性强的品种也更适合大规模机

基金项目: 四川省“十四五”育种攻关项目(2021YFY20016); 四川省财政自主创新专项(2022ZZCX069)

通信作者: 李耘

74-76

[8] 郭小刚. 浅谈燕麦栽培田间管理技术. 农业与技术, 2019, 39 (19): 86-87

[9] 杨崇庆, 常耀军, 杨娇, 李耀栋, 王湛, 常克勤, 穆兰海, 杜燕萍, 张久盘. 燕麦生产及品种选育技术研究进展. 麦类作物学报, 2022, 42 (5): 578-584

[10] 梁宗栋, 王圆荣, 刘志宏. 燕麦原种生产技术. 中国种业, 2006 (7): 44-45

[11] 梁富永. 燕麦的高产栽培技术与要点. 农家参谋, 2021 (4): 41-42

[12] 刘建宁, 石永红, 吴欣明, 郭璞, 方志红, 贾会丽, 张燕, 池惠武. 晋

北地区饲草燕麦生长动态及最佳收割期研究. 中国农学通报, 2019, 35 (17): 107-111

[13] 田丽娟, 慕平. 不同贮藏方法对燕麦种子活力及抗氧化酶活性的影响. 草原与草坪, 2015, 35 (4): 44-48, 53

[14] 王国权. 绿色防控技术在水稻病虫害防控中的优势与广阔应用前景. 种子世界, 2025 (3): 114-116

[15] 高祝东. 燕麦的高产栽培技术与要点解读. 畜禽业, 2020, 31 (10): 21-22

(收稿日期: 2025-05-07)