

冬青稞复种不同饲草鲜草产量比较 及复种前后土壤养分变化分析

雄奴塔巴, 伦珠朗杰, 达瓦顿珠, 普布卓玛, 焦国成

(西藏自治区农牧科学院农业研究所/省部共建青稞和牦牛种质资源与遗传改良国家重点实验室, 西藏 拉萨 850032)

摘要:为明确不同饲草复种的产量稳定性和环境适应性,以及短期复种对土壤关键养分指标的影响效应,以箭筈豌豆、芜菁、油菜3种饲草为研究对象,2023—2024年,连续两年开展了鲜草产量比较试验及复种前后土壤养分分析。结果表明:2023年箭筈豌豆产量 $19\,345.05\text{ kg/hm}^2$,显著高于油菜($p<0.05$),但2024年处理间差异不显著,两年间箭筈豌豆鲜草产量始终居首($29\,986.80\text{ kg/hm}^2$ vs $21\,383.40\text{ kg/hm}^2$)。双因素分析显示年份主效应显著($F=13.92$),2024年整体产量提升54.8%(箭筈豌豆)至20.0%(芜菁),油菜两年间增幅达47.1%。土壤分析表明:复种作物仅使全钾和有效磷略有增加,其他指标(全氮、有机质等)均低于对照,短期复种对土壤改良效果有限,与长期研究结论存在差异。综合表明箭筈豌豆为当地最优复种选择,但需长期监测以明确土壤效应。

关键词:复种;饲草;鲜草产量;土壤养分

中图分类号:S542⁺.9

文献标识码:A

Comparison of Fresh Forage Yields from Different Forage Crops Double-Cropped with Winter Hulled Barley and Analysis of Soil Nutrient Changes Before and After Double-Cropping

Xiongnutaba, Lunzhulangjie, Dawadunzhu, Pubzhuoma, JIAO Guocheng

(Institute of Agriculture, Xizang Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences/ State Key Laboratory of Barley and Yak Germplasm Resources and Genetic Improvement, Lhasa Xizang 850032, China)

Abstract: To clarify the yield stability and environmental adaptability of different forage multiple cropping systems, as well as the impact of short-term multiple cropping on key soil nutrient indicators, a two-year comparative trial (2023—2024) was conducted in Nyingchi to evaluate the fresh forage yields of three forage crops—common vetch (*Vicia sativa*), turnip (*Brassica rapa*), and rape (*Brassica napus*)—and their effects on soil nutrients. The results of one-way and two-way ANOVA revealed that in 2023, common vetch significantly outperformed rape with a yield of $19\,345.05\text{ kg/hm}^2$ ($p<0.05$), but no significant differences were observed among treatments in 2024. Across both years, common vetch consistently achieved the highest fresh forage yield ($29\,986.80\text{ kg/hm}^2$ vs. $21\,383.40\text{ kg/hm}^2$). Two-way ANOVA indicated a significant main effect of year ($F=13.92$), with overall yields increasing by 54.8% (common vetch) to 20.0% (turnip) in 2024, while rape showed a biennial increase of 47.1%. Soil analysis demonstrated that double-cropping only slightly increased total potassium and available phosphorus, whereas other indicators (total nitrogen, organic matter, etc.) remained lower than the control. This suggests that double-cropping had limited short-term benefits for soil improvement, which was contrasting with long-term study conclusions. In conclusion, common vetch was the best double-cropping choice locally, but long-term monitoring is required to clarify its soil effects.

Key words: double-cropping; forage; fresh forage yield; soil nutrients

收稿日期:2025-04-19

基金项目:中央引导地方项目子课题(XZ202301YD0012C)。

作者简介:雄奴塔巴(1979—),男,副研究员,主要从事青稞育种与推广,E-mail:xiongnutaba@126.com。

通信作者:焦国成(1973—),男,研究员,主要从事青稞育种与推广,E-mail:jiaogcls@163.com。

西藏高原作为我国重要的生态屏障与农牧交错区,其农业生产系统兼具粮食安全与生态保护的使命。冬青稞作为当地主要粮食作物,其收获后复种饲草的模式既能缓解高寒地区饲草季节性短缺问题^[1],又可通过作物轮作促进土壤健康,近年来已成为区域农业可持续发展的重要实践。然而,复种作物选择对鲜草产量及土壤养分动态的影响尚缺乏系统性研究,尤其在高海拔生态区,短期复种是否能够兼顾高产与地力提升仍存在争议。本研究于2023—2024年在西藏林芝开展田间试验,以箭筈豌豆、芫根、油菜3种饲草为研究对象,通过连续两年鲜草产量比较及复种前后土壤养分分析,旨在明确:(1)不同饲草复种的产量稳定性及环境适应性;(2)短期复种对土壤关键养分指标的影响效应;(3)高原农区复种模式的优化路径,以期为西藏及类似生态区筛选高产高效复种作物、制定土壤保育策略提供科学依据,同时对协调农牧系统资源利用与生态安全具有现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验青稞品种为‘冬青18’,复种饲草作物为箭筈豌豆、芫根和油菜;6—7月‘冬青18’收获后复种饲草分别选用箭筈豌豆(播量150.00~187.50 kg/hm²)、芫根(22.50 kg/hm²)、油菜(播量22.50~30.00 kg/hm²)进行复种。试验前土壤有机质11.17 g/kg,全氮1.15 g/kg,全磷

0.65 g/kg,全钾18.00 g/kg,碱解氮74.67 mg/kg,有效磷9.57 mg/kg,速效钾22.67 mg/kg,pH值8.18。每hm²施底肥农家肥15 000.00~22 500.00 kg,磷酸二铵225.00 kg,尿素112.50 kg;复种前未施底肥。

1.2 试验地点与播种方式

试验在西藏林芝巴宜区进行,播种方式采用人工条播。

1.3 试验设计

试验设4个处理:A:箭筈豌豆;B:芫根;C:油菜;D:空白(对照),每个处理3次重复,完全随机区组田间小区试验,每小区面积20 m²,(不包括埂子2 m×10 m),走道0.50 m,行距0.25 m。

1.4 数据采集

鲜草产量:各小区全收获称重,折算hm²产量(kg/hm²)。

土壤分析:复种前后按“S”形法采集0~20 cm土层样本,测定全氮、全磷、全钾、有机质等8项指标。

2 结果与分析

2.1 不同饲草小区鲜草产量比较分析

2.1.1 2023年不同处理间产量差异分析

由表1可知,在撒播条件下对箭筈豌豆、芫根、油菜不同饲草作物进行产量比较鉴定,其中箭筈豌豆平均产量最高,产量排序为:箭筈豌豆(19 345.05 kg/hm²)>芫根(16 863.45 kg/hm²)>油菜(14 523.45 kg/hm²)。

表1 2023—2024年小区产量比较

处理	2023年不同处理小区产量/小区面积20 m ²					备注 位次
	1	2	3	小区平均产量/kg	折合产量/kg·hm ⁻²	
S1(箭筈豌豆)	36.40	42.43	37.24	38.69	19 345.05	1
S2(油菜)	28.78	32.12	26.24	29.05	14 523.45	3
S3(芫根)	35.23	29.72	36.23	33.73	16 863.45	2
处理	2024年不同处理小区产量/小区面积20 m ²					备注 位次
	1	2	3	小区平均产量/kg	折合产量/kg·hm ⁻²	
S1(箭筈豌豆)	40.20	68.20	71.52	59.97	29 986.80	1
S2(油菜)	37.60	48.60	42.10	42.77	21 383.40	2
S3(芫根)	37.20	45.20	39.05	40.48	20 241.75	3

对2023年3种饲草作物(箭筈豌豆、油菜、芫根)的小区鲜草产量进行单因素方差分析,处理间差异显著($F=6.594, p<0.05$),表明不同作物产量存在统计学差异。多重比较表明,箭筈豌豆(S1)产量显著高于油菜(S2)($p<0.05$),但与

芫根(S3)差异不显著,芫根(S3)与油菜(S2)差异不显著。

2.2.2 2024年不同处理间产量差异分析

由表1可知,2024年3种饲草作物的产量排序为:箭筈豌豆(29 986.80 kg/hm²)>油菜

(21 383.40 kg/hm²) > 芫根(20 241.75 kg/hm²)。对2024年数据进行单因素方差分析,处理间差异不显著($F=2.966, p>0.05$)。变异分析:箭筈豌豆小区产量波动较大(如2024年小区产量40.20~71.52 kg),可能是未施肥导致土壤养分不均所致。

2.2.3 两年间产量差异分析

表2是2023—2024年复种小区前茬作物“冬青18”的大田生产数据,比较两年的生育期长短,2023年的生育期较2024年长7d左右,所以2023年复种的时间相对2024年稍微晚一些,这也是2023年复种饲草整体产量普遍低于2024

年的原因之一。

通过双因素方差分析(年份×处理)发现:年份主效应显著($F=13.92, p<0.05$),2024年整体产量显著高于2023年。处理主效应显著($F=5.285, p<0.05$),箭筈豌豆综合两年产量最高。交互作用不显著($F=1.265, p>0.05$),表明作物产量排序在两年间一致(表3)。独立样本 t 检验进一步表明:油菜(S2)2024年产量显著高于2023年($t=3.789, p<0.05$)。箭筈豌豆(S1)和芫根(S3)两年间产量差异未达显著水平($p>0.05$),但数值上分别增长54.8%和20.0%。

表2 2023—2024年复种前茬作物‘冬青18号’生育期、产量性状

年度	出苗期/ 月-日	成熟期/ 月-日	全生育期/ /d	面积/ /hm ²	穗数/ /万·hm ⁻²	穗粒数/ /粒	千粒质量/ /g	折合产量/ /kg·hm ⁻²
2023	10-24	07-12	263	6 000	366.00	67.9	39.40	6 012.00
2024	11-04	07-16	256	6 000	333.60	68.6	38.87	5 818.50

表3 2023—2024两年产量差异方差分析

变异来源	平方和 (SS)	DF	均方 (MS)	F值	p值
年份(A)	1 027.32	1	1 027.32	13.92	<0.05
处理(B)	388.14	2	194.07	5.285	<0.05
交互(A×B)	185.06	2	92.53	1.265	0.301
误差(SSE)	1 326.55	18	73.70	—	—

2.2 土壤养分动态分析

2023—2024年连续两年开展青稞后插复种箭筈豌豆、油菜、芫根、空白对照4个处理的试

验,对复种前后土壤有机质、土壤pH、全氮、全磷、全钾、碱解氮、有效磷和速效钾等的变化进行检测。结果发现,2023年3种作物复种后土壤全钾含量有增加趋势,2024年复种油菜后土壤有效磷高于其他两个作物及对照材料,其他指标复种前后没有明显的差异,且都低于对照含量(图1),这与甘雅文研究结果存在差异^[2],说明短时间的复种对土壤改良效应不显著,需要多年的复种和试验才能得到准确的结果。

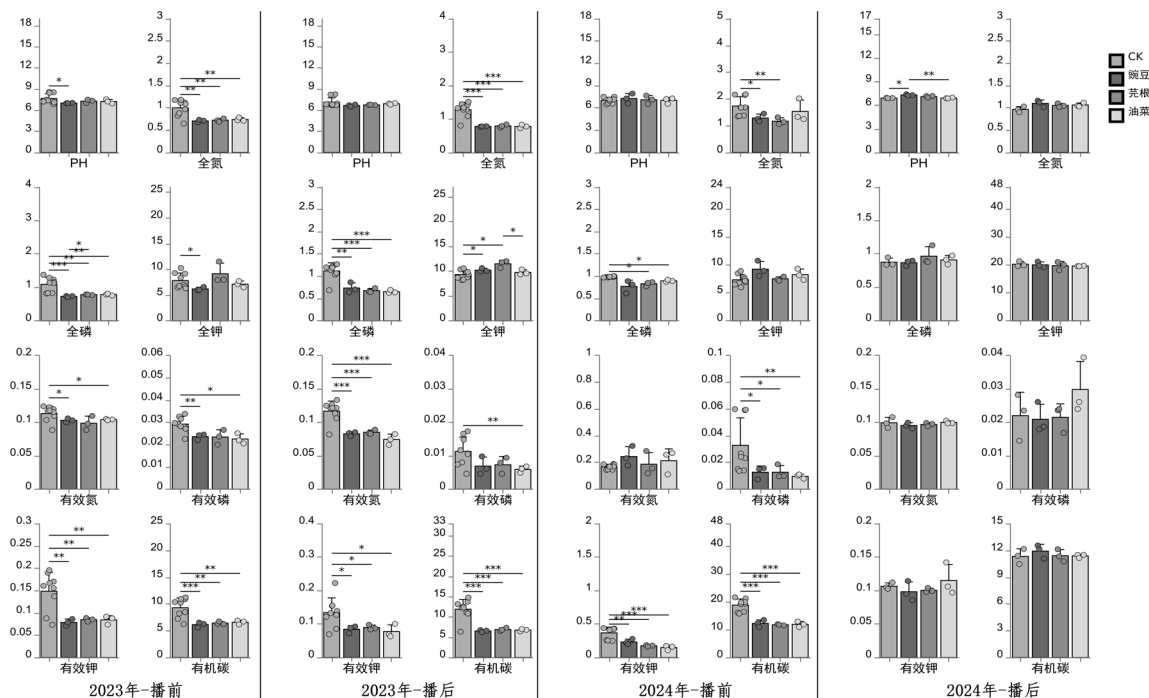


图1 2023—2024年4个处理之间复种前后土壤8项指标变化比较

对每个作物复种前后的土壤 8 项指标进行比较,结果发现,2023 年 3 个作物复种后全氮、全钾、有机碳含量有增加的趋势,而有效磷含量明

显降低,达到显著水平(图 2)。2024 年,复种后全氮、有效氮、有效钾的含量有增加的趋势,而全钾含量明显降低,达到显著水平(图 3)。

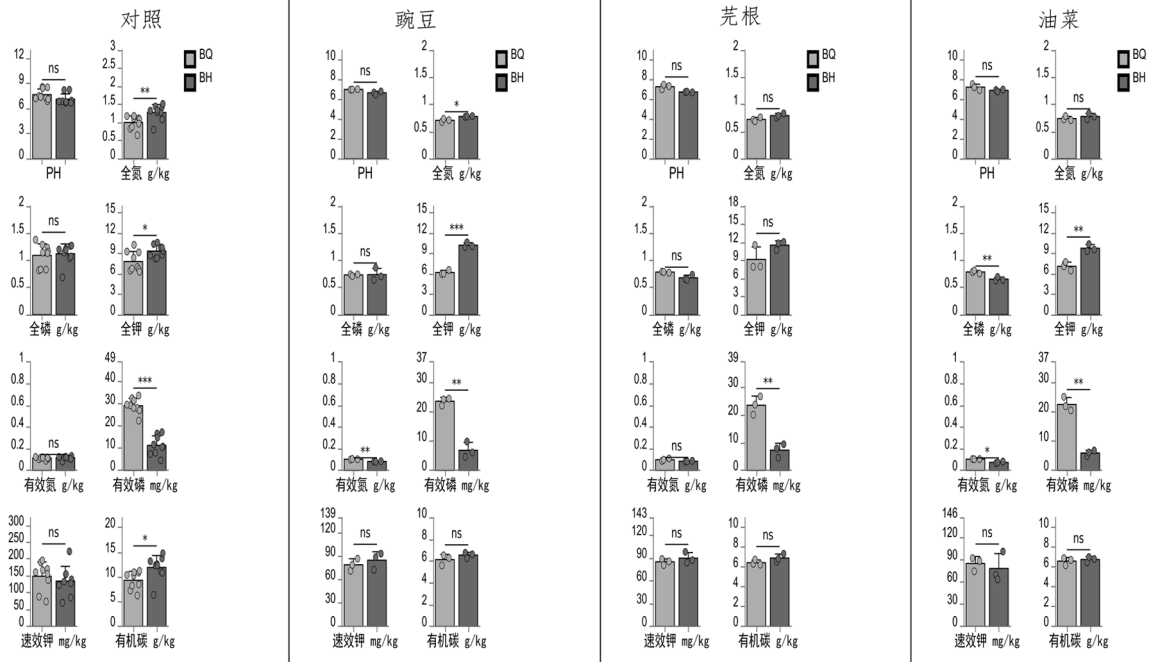


图 2 2023 年复种前后土壤 8 项指标变化比较

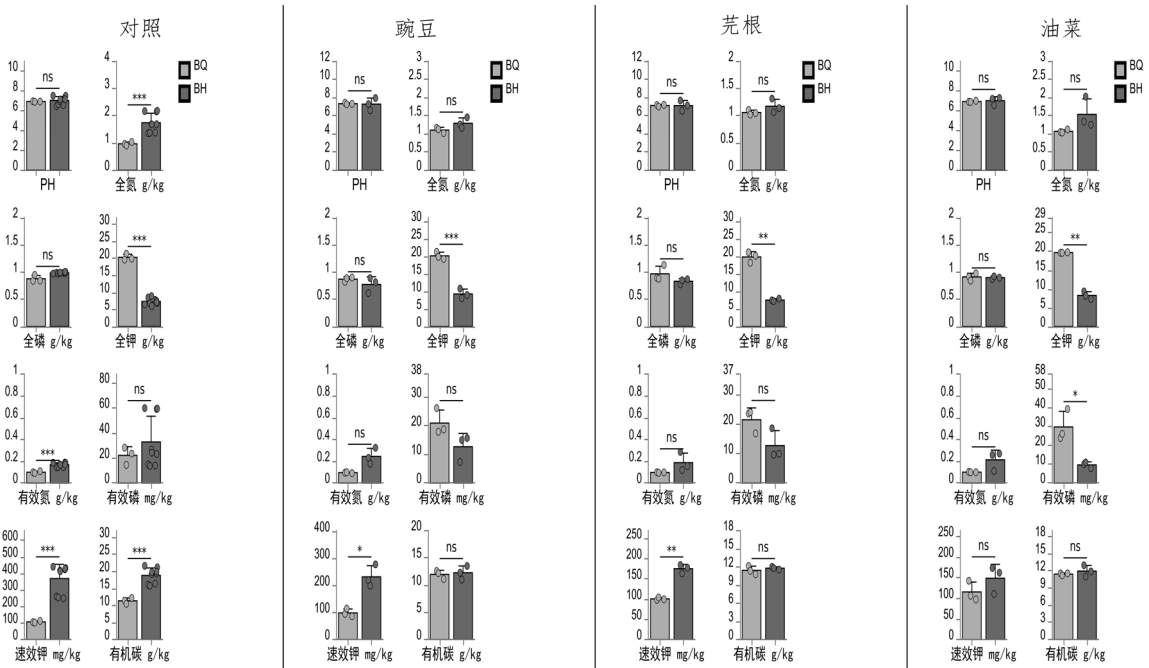


图 3 2024 年复种前后土壤 8 项指标变化比较

3 讨论与结论

对 2023 年 3 种饲草作物(箭筈豌豆、芜根、油菜)的小区鲜草产量进行单因素方差分析,结果显示:处理间差异显著($F = 6.594, p < 0.05$),表明不同作物产量存在统计学差异。2024 年处

理间差异不显著,但箭筈豌豆小区产量波动较大(如 2024 年小区产量 40.20~71.52 kg),可能是未施肥导致土壤养分不均所致。2024 年整体产量显著高于 2023 年,这可能主要与不同年份的气候因素和生长周期长短有关,从表 2 可知,2023 年前茬作物‘冬青 18’收获较晚,导致 2023

年复种的播期较晚,所以复种饲草的产量除了生态气候环境条件本身有关,还跟冬青稞的不同播期和生育期有很大关系^[3-4],选择早熟冬青稞品种是复种饲草获得高产的关键因素。

从复种前后土壤样本检测结果看,2023年3种作物复种后土壤全钾含量有增加的趋势,2024年复种油菜后土壤有效磷高于其他两个作物及对照材料,其他指标复种前后没有明显差异,且都低于对照含量,这可能与不同饲草作物的生长所需营养元素吸收程度不同有关,饲草生长需要吸收养分也是造成复种前后土壤大部分元素降低的原因,说明短时间的复种对土壤改良效应不显著,需要多年的复种和实验才能得到可靠的结果。

箭筈豌豆连续两年产量领先,因其固氮、耐寒的特性,已成为高原地区重要的牧草和绿肥作物,是增加群众收入,解决农区饲草短缺和发展农区畜牧业的重要途径,推广前景广阔^[5-6]。土壤养分变化表明,短期复种难以平衡作物吸收与地力提升,需结合绿肥翻压等长期措施^[7]。建议推广箭筈豌豆作为主栽复种作物;优化冬青稞早

熟品种以延长复种窗口;探索“秸秆还田+微生物调控”的土壤保育模式。

参考文献:

- [1] 甘雅文.不同复种方式对青稞地土壤养分的影响[J].西藏农业科技,2022,44(2):18-22.
- [2] 李令伟,崔丽娜,杨连俊,等.不同播期对冬小麦产量及产量构成因素的影响[J].山东农业科学,2013(2):89-91.
- [3] 王威.不同播期对冬小麦产量及其构成因素的影响[J].山西农经,2019(15):116.
- [4] 雄奴塔巴,伦珠朗杰,达瓦顿珠,等.不同播种方法对冬青稞复种箭筈豌豆鲜草产量的影响研究[J].西藏农业科技,2021,43(1):38-41.
- [5] 金涛,尼玛扎西.西藏中部农区粮草一年两收农作制度研究[J].西藏农业科技,2010,32(4):12-17.
- [6] 其美旺姆,高利云,普布卓玛,等.冬青 18 大面积示范推广与复种优质饲草研究[J].西藏农业科技,2019,41(增刊):111-117.
- [7] 王鹏飞,于爱忠,王玉珑,等.麦后复种绿肥翻压还田结合减氮对土壤水热特性及玉米产量的影响[J].作物学报,2023,49(10):2793-2805.