

多花菜豆间作、套种当归模式研究进展

来键

昆明学院, 农学与生命科学学院

DOI:10.12238/as.v8i5.3008

[摘要] 间作、套种模式是一种可持续的农业实践,能高效利用水、肥、气、热、光等资源。该模式通过豆科作物与根瘤菌的共生关系固氮,减少化肥使用,同时缓解连作障碍。本文综述了连作障碍对豆科作物和中药材的影响,探讨了间作套种系统中资源利用的表观效应,分析了多花菜豆与当归的生长习性互补性,指出该模式在高寒山区具有显著的生态和经济价值,可提升土地可持续利用能力,增强作物抗病性,提高产量与品质,为高寒山区农业发展提供了新思路。

[关键词] 多花菜豆; 当归; 间作模式; 连作障碍; 资源利用效率; 高寒山区

中图分类号: S643.1 文献标识码: A

Research progress on intercropping and intercropping of multiple bean varieties with *Angelica sinensis*

Jian Lai

Kunming University, College of Agriculture and Life Sciences

[Abstract] Intercropping and intercropping are sustainable agricultural practices that can efficiently utilize resources such as water, fertilizer, gas, heat, and light. This model utilizes the symbiotic relationship between leguminous crops and rhizobia to fix nitrogen, reduce fertilizer use, and alleviate continuous cropping obstacles. This article summarizes the effects of continuous cropping obstacles on leguminous crops and traditional Chinese medicinal materials, explores the apparent effects of resource utilization in intercropping systems, analyzes the complementary growth habits of multi flowered kidney beans and *Angelica sinensis*, and points out that this model has significant ecological and economic value in high-altitude mountainous areas, can enhance land sustainable use capacity, enhance crop disease resistance, improve yield and quality, and provide new ideas for agricultural development in high-altitude mountainous areas.

[Key words] multi flowered bean; Chinses angelica; Intercropping mode; Continuous cropping obstacles; Resource utilization efficiency; High cold mountainous areas

作物间套作通过合理搭配不同作物的生长特性,能够高效利用水、肥、气、热、光等资源。作物间套作通过物理结构互补如高矮、深浅、生理特性协同以及技术创新如机械化或滴灌三个维度,实现了对水肥气热光资源的立体化、集约化利用,是可持续农业的重要实践^[1,2]。中药材跟粮食作物的复合种植模式,由于生态与经济的双重价值备受瞩目。而大白芸豆与当归套种作为间套作种植的一种创新组合,具有巨大的研究价值和应用潜力。本研究在查阅大量文献和资料的基础上,从芸豆类作物间套种案例与当归间套种案例中,寻找大白芸豆与当归间套种模式的可行性。

1 间作、套种系统中资源利用的表观效应

1.1 豆科作物对氮素吸收的影响

间套种为一种集约化种植模式,通过时空生态位互补显著

提升资源利用效率。大多数研究表明,合理的间作体系能够显著提高土壤有机质含量,改善土壤肥力和结构。然而,具体效果取决于作物组合、土壤条件及管理方式。因此,在实际应用中,应根据具体环境和目标选择适宜的间作模式,以实现土壤肥力提升和农业可持续发展^[3,4]。在Ping Chen等人的研究中豆科与禾本科的经典组合中,豆科植物通过生物固氮将大气氮转化为土壤可利用氮素,为伴生物提供氮源,减少化肥依赖^[5]。豆科植物通过提供碳源支持根瘤菌的生长和固氮活性。同时,根瘤菌通过固氮过程为植物提供氮,而植物则通过调节碳氮比和能量分配来优化固氮效率^[6,7]。在Punyalu等人的研究中,玉米与豆科作物间作相较于只种植玉米来说,增加了豆科作物的含氮量,并且减少了杂草发生率,由于豆科作物固氮反过来提高了玉米的产量,促进了高海拔地区玉米生产的可持续性^[8]。豆科作物的根

系分泌物可活化土壤难溶性磷、铁等元素,促进间作体系内养分协同利用^[9]。

1.2 间作对土壤微生物调控与病害防治的效果

近五年间,间作对中药材连作障碍缓解效果的研究表明,合理的间作模式能够有效改善土壤微环境,提高中药材的产量和品质,并缓解连作障碍。间作模式通过种间互补作用、改善土壤质量和生态环境,可以显著提升中药材的生长条件和药效成分含量^[10]。此外,间作还能够通过化感作用调节土壤微生物群落结构,从而缓解连作障碍^[11]。当归作为药用价值较高的作物,其生长对土壤环境和养分条件有严格的要求。单一种植当归容易导致连作障碍,引发麻口病等严重病害。研究表明,连作会破坏土壤微生物平衡,导致真菌数量增加106.64%,而细菌和放线菌数量分别减少37.22%和43.68%,土壤微生物多样性指数下降32.09%^[12]。间作能够对土壤微生物进行有效调控,在轮作模式中蚕豆可以优化土壤阳离子含量,减少电导率和Cl⁻含量,从而提高当归的成苗数^[13]。豆类作物轮作或间套种可打破土传病害循环。

1.3 间作对作物产量品质的改善

间作系统通常比单一作物种植更具产量稳定性。这是因为不同作物之间的相互作用可以分散风险,减少因环境变化或病虫害导致的产量波动^[14]。而在黄土高原区,玉米与大豆的间作模式被广泛研究。在任媛媛等人的研究表明,玉米与大豆的间作模式下,土地当量比(LER)通常大于1,表明间作提高了土地利用效率。玉米与大豆2:4比例的间作模式在产量和经济效益上表现最佳^[15]。在内蒙古河套灌区,周海燕等人的研究中间作模式下小麦和玉米的干物质累积量显著高于单作,且光能利用率也有所提高。例如,小麦与玉米间作模式下,小麦产量提高了49.15%,玉米产量提高了51.50%^[16]。中药材类作物间套种模式在当归种植中展现出显著优势。在王田涛等人的研究中当归与大蒜间作时,单产提高34.71%,优等归出成率提升118.62%;与豌豆间作则降低早抽薹率,阿魏酸含量显著提高,药材有效成分更优^[17]。

2 大白芸豆与当归的价值

2.1 大白芸豆的生物学特性与营养价值

多花菜豆(学名: *Phaseolus multiflorus*),又称为大白芸豆,是豆科菜豆属的栽培种,兼具粮食、蔬菜、饲料及观赏价值。多花菜豆为一年生或多年生蔓生草本植物,株高可达2-4米,茎蔓粗壮,需借助支架攀援生长^[18]。该植物喜凉爽气候,最适生长温度为17℃,5℃以下停止生长,25℃以上高温易导致落花落荚,需无霜期120-130天^[18]。其繁殖方式复杂,虽为自花授粉植物,但自然异交率较高(1.2%-1.9%),主要依赖蜜蜂等昆虫传粉^[19]。大白芸豆的主要营养成分包括蛋白质、脂肪、碳水化合物、膳食纤维、矿物质(如钙、铁、钾等)以及多种维生素^[20,21]。

2.2 当归的生物学特性与营养价值

当归(学名: *Angelica sinensis*)主要生长于中国甘肃、四川、云南、西藏等高海拔地区,适宜的生长环境包括凉爽湿润的气候、肥沃疏松的土壤以及海拔2000-3000米的高原地带。其分

布区域集中在中国西部的甘肃南部、四川北部及西南部、云南西北部、西藏东南部等地,这些地区具有适宜的温度、降水量和土壤酸碱度^[22,23]。当归的主要营养成分包括挥发油、多糖、有机酸、氨基酸和黄酮类化合物等。其中,多糖是当归的主要活性成分,具有促进造血、抗肿瘤、抗炎、抗氧化等多种生物活性^[24,25]。此外,当归还含有阿魏酸、藁本内酯等有机酸,这些成分具有抗血栓、保护心肌和免疫调节作用^[25]。

3 高寒山区多花菜豆与当归间作可行性分析

目前关于多花菜豆直接间作当归的效果有待研究,但多花菜豆与蚕豆和普通菜豆同属于豆类,且生物学特性相似,因此参考前人关于菜豆,蚕豆与中药材种植具有较好的意义。多花菜豆为深根系豆科作物,其主根可深入土壤60-80cm,侧根向四周扩展^[26]。当归则为浅根系(集中于20-30 cm土层),且根部分布集中^[27]。由于两者在垂直空间上形成分层吸收,可能在一定程度上减少养分竞争。多花菜豆作为蔓生借助支架攀援生长^[18],可以为喜阴的当归提供部分遮蔽。在王宁欣等人的研究中蚕豆直立生长特性与其他矮生作物形成空间互补,蚕豆冠层覆盖快,提高光截获率,同时为幼苗提供适度遮荫,缓解高温胁迫^[28]。在武延安等人的研究中当归与蚕豆间作可以有效降低当归的麻口病感病率,同时提高当归的产量^[29]。潞党参是一种重要的药用植物,其种植模式单一导致产量和品质较低。在程泽京的研究中发现,间作蚕豆能够改善潞党参的生长环境,优化土壤条件,从而提高潞党参的产量和品质^[30]。此外,云南怒江干热河谷区的幼龄油棕园也尝试间作白芸豆与木薯,通过互补光热资源和土壤空间,提高土地单位面积效益^[31]。这些菜豆,蚕豆与中药材成功增产的典范为大白芸豆与当归间套种提供了广阔的前景。

4 结论

本文深入探讨了多花菜豆间作、套种当归模式,指出该模式能高效利用水、肥、气、热、光等资源。通过豆科作物与根瘤菌的共生固氮作用减少化肥使用,并缓解连作障碍。研究表明,间作套种可提升土壤有机质含量与肥力,豆科作物的根系分泌物还能活化土壤难溶性元素,促进养分协同利用。同时,间作能改善土壤微环境,调控微生物群落结构,有效防治病害,提升作物产量与品质。多花菜豆与当归在生长习性上互补,前者为深根系蔓生植物,后者为浅根系作物,垂直分层吸收可减少养分竞争,且菜豆攀援生长可为喜阴的当归提供遮蔽。前人关于菜豆、蚕豆与中药材间作套种的成功经验,如提高潞党参产量品质、降低当归麻口病感病率等,为多花菜豆与当归间套种提供了有利参考,表明该模式在高寒山区具有显著的生态和经济价值,能提升土地可持续利用能力,为当地农业发展开辟新途径。

【参考文献】

- [1]张瑞军.几种作物的间作套种组合模式[J].河南农业,2013(1):36.
- [2]李隆.间套作强化农田生态系统服务功能的研究进展与应用展望[J].中国生态农业学报,2016,24(4):403-415.

- [3]谷维,张荣芳,苏雅迪,等.玉米间作大球盖菇对土壤的影响及效益分析[J].黑龙江农业科学,2020(6):31-34.
- [4]张智晖.玉米/大豆间作模式对土壤酶活性及土壤养分的影响[J].安徽农业科学,2011,39(16):9706-9707.
- [5]Chen P, Du Q, Liu X, et al. Effects of reduced nitrogen inputs on crop yield and nitrogen use efficiency in a long-term maize-soybean relay strip intercropping system[J]. PLOS ONE,2017,12(9):e0184503.
- [6]Schwember A R, Schulze J, Del Pozo A, et al. Regulation of Symbiotic Nitrogen Fixation in Legume Root Nodules[J]. Plants,2019,8(9):333.
- [7]Suliman S, Tran L S. Symbiotic Nitrogen Fixation in Legume Nodules: Metabolism and Regulatory Mechanisms[J]. International Journal of Molecular Sciences,2014,15(11):19389-19393.
- [8]Punya A, Jamjod S, Rerkasem B. Intercropping Maize With Legumes for Sustainable Highland Maize Production[J]. Mountain Research and Development,2018,38(1):35-44.
- [9]付学鹏,吴凤芝,吴瑕,等.间套作改善作物矿质营养的机理研究进展[J].植物营养与肥料学报,2016,22(2):525-535.
- [10]唐艺玲,雷晓青,李雪芹,等.中药材与其他植物间作的效益及机理研究进展[J].中药材,2019,42(3):693-697.
- [11]刘海娇,苏应威,方岚,等.茴香轮作调控土壤细菌群落缓解三七连作障碍的效应及机制[J].中国生物防治学报,2021,37(1):139-149.
- [12]张新慧.当归连作障碍机制及其生物修复措施研究[D].甘肃农业大学,2010.
- [13]白刚,郭凤霞,陈垣.农茬口对土壤特性及熟地当归育苗的调控效应[J].中国生态农业学报(中英文),2020,28(5):701-712.
- [14]Annicchiarico P, Nazzicari N, Notario T, et al. Pea Breeding for Intercropping With Cereals: Variation for Competitive Ability and Associated Traits, and Assessment of Phenotypic and Genomic Selection Strategies[J]. Frontiers in Plant Science,2021,12:731949.
- [15]任媛媛,王志梁,王小林,等.黄土塬区玉米大豆不同间作方式对产量和经济收益的影响及其机制[J].生态学报,2015,35(12):4168-4177.
- [16]周海燕,柴强,黄高宝,等.绿洲灌区典型间作模式的产量和光能利用效率[J].甘肃农业大学学报,2012,47(6):68-73.
- [17]王田涛,王琦,王惠珍,等.连作条件下间作模式对当归生长特性和产量的影响[J].草业学报,2013,22(2):54-61.
- [18]孙淑凤.多花菜豆露地无公害高产栽培技术[J].吉林蔬菜,2018(10):12.
- [19]耿智德,杨德,杨雄,等.多花菜豆繁育系统的研究进展[C]//云南省作物学会2004-2006年优秀论文集,2006:583-585.
- [20]白芸豆的营养价值与药用价值[J].吉林蔬菜,2016(6):4.
- [21]瞿艳.白芸豆中活性蛋白及多肽的制备与研究[D].山西大学,2016.
- [22]张东方,张琴,郭杰,等.基于MaxEnt模型的当归全球生态适宜区和生态特征研究[J].生态学报,2017,37(15):5111-5120.
- [23]徐小琼,张小波,陈娟,等.甘肃产当归生态适宜性研究[J].中草药,2020,51(12):3304-3307.
- [24]Hou C, Yin M, Lan P, et al. Recent progress in the research of Angelica sinensis (Oliv.) Diels polysaccharides: extraction, purification, structure and bioactivities[J]. Chemical and Biological Technologies in Agriculture,2021,8(1):13.
- [25]杨薇.当归多糖的药理学研究新进展[J].黑龙江科技信息,2013(6):31.
- [26]Schulze J, Temple G, Temple S J, et al. Nitrogen Fixation by White Lupin under Phosphorus Deficiency[J]. Annals of Botany,2006,98(4):731-740.
- [27]王惠珍,张新慧,李应东,等.轮作与连作当归光合特性和挥发油的比较[J].草业学报,2011,20(1):69-74.
- [28]王宁欣,朱亚琼,黎松松,等.不同空间配置对豆科绿肥间作体系光截获与生长效率的影响[J].新疆农业大学学报,2022,45(4):259-269.
- [29]武延安,李向东,郭增祥,等.当归与3种作物间作对当归早期抽薹及麻口病的影响[J].甘肃农业科技,2013(10):45-47.
- [30]程泽京.间作蚕豆对不同施氮水平下潞党参生长及品质的影响[D].山西农业大学,2025.
- [31]宋记明,张林辉,刘光华,等.云南怒江干热河谷区幼龄油棕园间作木薯与白芸豆试验初报[J].中国热带农业,2013(5):59-61.

作者简介:

来键(2000—),男,汉族,浙江杭州萧山人,硕士研究生,研究方向:白芸豆种植。