林下经济作物与林木共生模式的生态效益

马莉莉

兰州市城关区皋兰山造林站　甘肃　兰州　730000

摘　要：林下经济作物与林木共生模式，对生态的积极影响是多方面的。物种丰富度上升，生态系统也更稳定了；碳汇功能增强，微气候得到调节。根系穿插加上凋落物覆盖，让土壤物理性质和化学性质都得到优化，污染也能被修复。物质循环路径更顺畅，能量流动效率提高，整体生态效率跟着提升。再看生态服务功能，林冠层和林下作物打配合，减缓地表径流，土壤抗冲刷能力变强，水源涵养效果明显。林木拦截颗粒物、吸收气态污染物，林下作物减少扬尘，再加上土壤微生物分解挥发性有机化合物，空气净化就这么实现了。

关键词：林下经济；共生模式；生态效益

前言：在生态建设与可持续发展进程中，寻找高效的生态模式，这件事本身就很有意义。林下经济作物和林木形成的共生模式，靠着自己那一套生态结构与功能，在不少方面都显出优势。生物多样性这块提升明显，通过构建多层次的空间格局，给不少物种提供了落脚的地方；碳汇功能增强了，微气候得到调节，土壤质量改善、污染也能修复，资源循环利用的路径被优化，生态效率跟着提高。水源涵养、空气净化这些生态服务功能，也在协同作用下变得更强。

1 共生模式对生物多样性的影响

1.1 物种丰富度提升机制

林下经济作物与林木形成的共生系统，在垂直空间上实现了分层分布，搭出了乔木层、灌木层、草本层和地被层相互叠加的立体格局。这种多层次的空间配置，让光照、湿度、温度这些环境因子在垂直方向上形成梯度变化，给不同生态位需求的物种提供了多样化的栖息条件。不同高度层带来的微环境差异，使得喜阴和喜阳、喜湿和耐旱等不同生活型的植物能在同一个系统里共存，直接拉高了植物物种的数量。植物多样性上去了，进一步为动物类群创造了生存基础。不同植物提供的花蜜、果实、种子、叶片，成了昆虫、鸟类及其他陆生动物差异化的食物来源。丰富的植物种类也形成了多样化的筑巢位置、隐蔽场所以及繁殖微生境，支撑了更高密度的动物种群。这些复杂的取食关系和空间联系交织在一起，逐渐演化出多环节、多节点的食物链网络，能量流动和物质循环的路径更丰富了，整个共生系统承载物种多样性的能力也就跟着提升了。

1.2 生态系统稳定性增强

共生系统内部的物种之间，靠功能上的互补关系，有效削弱了单一物种数量波动对整体系统的冲击。不同物种在面对环境变化或生物胁迫时，各自的抗性不一样。比如林下作物和上层林木对不同类型病虫害的敏感程度不同，病虫害就很难在系统里迅速扩散、大规模暴发，这就形成了一种天然的生物制约机制。这种机制减少了人为干预的必要，也降低了单一病虫害暴发导致系统崩溃的风险。再看根系这边。共生系统中的植物根系在地下形成了纵横交错的网络结构，不同物种的根系在空间分布上呈现出深浅搭配和水平扩展相结合的特征。这些根系彼此缠绕、穿插，还通过根系分泌物传递化学信息，协调植物间的资源分配与防御反应。根系的网络化分布明显增强了土壤颗粒之间的固结作用，提高了土壤抵抗雨水冲刷和风力侵蚀的能力[1]。丰富的地下有机物输入改善了土壤结构，促进了水分入渗和储存，从而降低了地表径流和水土流失的发生概率，为生态系统的长期稳定运行提供了基础保障。

2 碳汇功能与气候调节机制

2.1 碳储能力提升路径

林木通过光合作用把大气中的二氧化碳转化成有机物质，这个过程直接固定了气态碳，是地上碳储的主要途径。林下经济作物光合作用能力相对弱一些，但它在碳储存上的作用主要体现在地下环节。林下作物在生长过程中产生的凋落物，包括枯叶、枯枝以及老化的组织器官，落到地表后逐步分解。林下作物根系的生长和更替过程，也就是一部分细根死亡后被新根取代，也会把有机物质直接送到不同深度的土壤层里。这两类有机物质的输入，明显提高了土壤有机碳

的含量。在共生系统里，土壤微生物群落扮演着分解者的角色，它们把复杂的有机物质逐步降解，释放出植物能再次利用的养分，同时把一部分没有完全分解的有机物质转化成结构更稳定的腐殖质。腐殖质抗分解能力比较强，能在土壤里存留较长时间，这样一来碳元素就从短期循环进入了长期封存的状态。林木和林下作物，一个负责地上固定，一个负责地下积累，分工协作，形成了一条完整的碳储链条。

2.2 微气候调节效应

共生系统中的植物群落通过多种途径改变局部区域的气候状况。林冠层覆盖在上方，叶片通过蒸腾作用把液态水转化成水汽释放到空气中，这个过程会消耗热量，从而降低近地表面的温度。林下作物虽然高度较低，但它们的叶片群体同样有蒸腾能力，而且形成的遮荫层能有效挡住太阳辐射直接照到地表，减少土壤水分的蒸发损失。两者共同作用，让共生系统内部呈现出比开阔区域更低的温度和更高的空气湿度这种微气候特征。密集的植物群落作为一个整体，会对近地面气流产生摩擦和阻挡，使风速明显下降[2]。风速降低之后，地表和大气之间的热量交换、水汽扩散速度都会减慢，有助于维持稳定的温湿环境。植物群落通过遮挡和反射，减少了地表对太阳短波辐射的吸收总量，降低了地面温度的升幅。这些调节功能叠加在一起，使得共生系统能够缓解高温、干旱、干热风等极端气候事件对生态环境造成的不利影响。

3 土壤质量改善与生态修复功能

3.1 土壤物理性质优化

林下经济作物的根系在土壤里穿插生长，根尖能挤压并破碎紧实的土壤团聚体，从而打破长期耕作或自然沉积形成的板结层。板结层被破坏后，土壤颗粒之间的排列变得松散，孔隙数量增加，土壤总孔隙度也就跟着上去了。孔隙度增加直接改善了土壤的透水性能，降水或灌溉水能更顺畅地往下渗，减少地表积水和径流。良好的孔隙条件也为植物根系进一步下扎和侧向扩展创造了空间，促进根系在更大范围内吸收水分和养分。在土壤表层，共生系统里植物产生的凋落物，比如枯叶、细枝等，堆积在地表形成一层有机覆盖物。这层覆盖物能有效消减雨滴降落的动能，防止雨滴直接撞击土壤颗粒。雨滴冲击力降低了，表层土壤颗粒被击碎并重新形成结皮的几率就变小了，从而维持了土壤表层的疏松状态和入水能力。

3.2 土壤化学性质改良

林下作物与林木在生长过程中，会通过根系向根际区域分泌多种有机物质。这些根系分泌物能为土壤中的微生物提供碳源和能量，从而刺激微生物种群的繁殖和代谢活动。微生物活性提高了，土壤中有机质的分解速率就加快，有机质里束缚的氮、磷、钾等营养元素被逐步释放出来，进入土壤溶液供植物吸收利用。这个过程加速了养分的循环周转，让土壤在较短时间内能维持较高的有效养分水平[3]。在共生系统中引入豆科作物时，豆科植物根系与根瘤菌形成共生关系，根瘤菌能把大气中植物难以直接利用的分子态氮转化成氨态氮，从而增加土壤里的氮素储备。这种生物固氮作用为共生系统提供了稳定的氮源，减少了从系统外部补充氮素的需求。长期来看，土壤有机质含量逐步上升，土壤的保肥能力和供肥能力都得到改善，为可持续生产提供了化学条件上的保障。

3.3 污染修复机制

共生系统中配置不同根系深度的植物，会形成根系在垂直方向上的分层分布格局。深根系植物的根系能延伸到较深的土层，通过主动吸收把溶解在土壤溶液里的重金属离子摄入植物体内，实现重金属从土壤向植物的转移。浅根系植物主要在表层土壤活动，它们根系分泌的有机酸等物质能改变重金属在土壤中的化学结合形态，把某些原本难以溶解的重金属转化成可溶态或交换态，降低其生物有效性，还能促进后续的吸收或淋溶。除了植物本身的作用，共生系统中的植物和土壤微生物共同构成了修复体系。植物根系持续分泌有机酸、氨基酸以及铁载体等代谢产物，这些物质一方面能直接促进有机污染物的降解反应，另一方面能为微生物提供共代谢底物，增强微生物对污染物的分解能力。在这些机制的协同作用下，受污染的土壤逐步恢复原有的生态功能。

4 资源循环利用与生态效率提升

4.1 物质循环路径优化

林下经济作物跟林木借助凋落物、土壤、植物之间的相互作用，建立起了一条闭合的养分反馈回路。植物地上部分掉落的叶片、枝条、衰老的组织器官沉积于地表，经过土壤生物分解后释放出矿质养分，然后被植物根系吸收利用，如此便完成了一个完整的循环周期。当该机制得到强化以后，从共生系统外部补充化学肥料的需求就减少了。在这个过程当中，生活在土壤表层及内部的动物类群起到了关键促进作用。比如昆虫和蚯蚓等土壤动物，它们会通过咀嚼、破碎、吞食凋落物，将大块有机物质分解成细小颗粒，从而增加有机物质与土壤

微生物的接触面积。这些动物摄食后排出的排泄物，含有初步消化的有机成分、多种酶类，进一步加快了有机质向无机养分的转化。矿化作用把有机态的元素转化成植物能直接吸收的离子形态，大幅提高了养分的可利用性和周转速度。

4.2 能量流动效率提高

共生系统中的绿色植物作为生产者，通过光合作用捕获太阳辐射能并转化成化学能，储存在有机物质里。植食性动物通过摄食植物组织获取这部分能量，用来支撑自身的生长、繁殖和代谢活动。肉食性或杂食性动物进一步摄食植食性动物，形成了从植物到初级消费者再到次级消费者的能量传递序列。这种多营养级的能量利用链条，让同一份太阳能经过多次生物转化，支撑了更多的生物量和更复杂的生物群落[4]。跟结构简单的生态系统相比，共生模式通过增加物种组成和营养层级，减少了能量在某个单一营养级上因未被利用而以热等形式散失的比例。能量在不同营养级之间多次转移和储存，系统用于维持自身结构的能量消耗与通过光合作用固定的总能量之间的平衡关系得到了改善。系统总生产量与呼吸量的比值上升，意味着更多固定的能量转化成了生物质而不是被代谢消耗掉，从而提升了整体的生态效率。

5 生态服务功能协同增强

5.1 水源涵养功能

共生系统中的林冠层在降水发生时先接住雨滴，一部分水分被叶片表面吸附或暂时滞留在上面，延缓了降水到达地表的时间。林冠截留减少了直接落到地表的降水量，从而削弱了地表径流的形成强度。穿过林冠的降水到达林下后，林下作物的密集覆盖进一步减缓了水分移动速度，使让它们的根系在土壤中穿插固结，增强了土壤抵抗水流冲刷的能力。林下作物产生的凋落物在地表累积形成疏松的有机层，这一层吸水和保水能力都比较强，能有效留住水分并抑制蒸发。在植物群落的综合作用下，土壤表层和深层的入渗通道保持通畅，降水进入土壤后能快速往下运移，减少地表积水和径流损失。土壤水分的储存容量提高了，一部分入渗水转化为深层土壤水或补充地下水。植物蒸腾和土壤蒸发的水分散失过程趋于平衡，使得区域水文循环在降水量波动的情况下仍能维持相对稳定的状态。

5.2 空气净化功能

林木的叶片表面通常有绒毛、蜡质层或粗糙纹理，这些结构能有效捕获空气中悬浮的颗粒物，让它们沉降到叶片表面。叶片上的气孔在进行气体交换时，能吸收二氧化硫、氮氧化物等气态污染物，并将其转化或储存。林下作物虽然植株不高，但它们覆盖地表的功能减少了裸露土壤的面积，从而明显抑制了因风蚀产生的扬尘。地表植被的覆盖还阻断了已经沉降的颗粒物再次被气流卷起来的路径[5]。除了植物本身的作用，共生系统中的土壤微生物以及附生在植物表面的微生物群落，通过代谢活动能分解和转化大气中的挥发性有机化合物。这些化合物被微生物摄取后，经过一系列酶促反应降解成二氧化碳和水等无害物质。

结束语：林下经济作物与林木形成的共生模式，在好几个层面都展现出很强的生态优势。它不光提升了物种丰富度、增强了生态系统稳定性，还具备不错的碳汇功能和气候调节能力。在土壤方面，能改善物理和化学性质，实现污染修复。物质循环路径得到优化，能量流动效率提高，生态效率也跟着上来了。水源涵养、空气净化这些生态服务功能也有协同增强的效果。这种共生模式为生态保护和可持续发展提供了一条可行的路子。未来应该进一步探索和推广，让它在更广泛的区域发挥作用，实现生态效益和经济效益的双赢。

参考文献

[1] 郭璐云. 林下经济与经济林产业发展分析 [J]. 花卉.2024,(22):66-68.

[2] 刘琳. 试论林下经济产业发展 [J]. 农村科学实验.2022,(20):19.

[3] 王荣祖. 林业生态建设与林下经济产业发展探析 [J]. 新农业.2021,(24).10.

[4] 李永康. 林业生态建设与林下经济协调发展途径探析 [J]. 种子科技.2021,(5).

[5] 余军. 林下经济作物与林木共生模式的生态效益 [J]. 花卉,2025(12):127-129.