

王强盛, 杨 娟, 祁明华, 等. 几种作物种植模式在林下套种的实际产量和效益评价[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(4): 120–122.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.029

几种作物种植模式在林下套种的实际产量和效益评价

王强盛¹, 杨 娟², 祁明华³, 倪雪颖¹, 夏萌霜¹, 李 珏¹

(1. 南京农业大学现代农作制度与生态循环农业实验室, 江苏南京 210095; 2. 江苏省农业科学院, 江苏南京 210014;

3. 江苏省灌云县农业委员会, 江苏灌云 222200)

摘要:发展林下经济是新时代农林结合生态农业发展的重要方向。通过薄壳山核桃林下 4 种作物种植方式, 分别是紫山药—紫山药—紫山药(RS1)、紫山药—紫玉米—紫山药(RS2)、紫山药—黑大豆—紫山药(RS3)、紫山药—紫甘薯—紫山药(RS4), 并以没有薄壳山核桃的露地栽培为对照, 分析林下 4 种植模式的产量和效益。结果表明, 林下连年套种紫山药的 RS1 处理, 紫山药实际产量呈现明显的下降趋势; 第 2 年林下套种紫玉米、黑大豆或紫甘薯, 收获的作物实际产量以紫甘薯最高, 黑大豆最低; 第 3 年再次种植紫山药, 除 RS1 处理外, 以第 2 年种植黑大豆(RS3)处理的紫山药产量最高, 并以第 2 年种植紫甘薯(RS4)处理的紫山药产量最低, 并且林下种植的作物产量低于非林地的露地栽培; 林下种植作物的经济效益表现为紫山药 > 紫甘薯 > 紫玉米 > 黑大豆, 其中紫山药具有明显的价格优势, 紫甘薯具有较大的生物积累量; 人工成本费在林下种植生产性投入方面占据较大比重, 机械化是林下经济绿色发展的必要途径。

关键词:林下经济; 作物种植模式; 林下套种; 产量; 效益

中图分类号: S344.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0120-03

林下经济是充分利用林地资源和林荫空间, 在不影响林木正常生长的前提下, 借助林地特有的生态环境, 选择适合林下生长的动植物等生物种类, 进行合理种养, 实现农林结合的立体复合生产, 从而实现资源共享、优势互补、循环利用、绿色发展的生态农业模式。发展林下经济对充分利用自然资源, 实现农业供给侧改革和乡村振兴, 增加物质供给, 满足社会需求, 实现以短养长, 加速经济发展和精准扶贫, 保护农林资源、追求绿色增长和发展农林休闲观光都具有很好的现实意义, 也就是说林下种植或养殖, 能够促进林业产业从单纯利用林产资源向林产资源和林地资源结合利用转变, 形成立体型农林复合产业经济结构, 将有限的林地资源进一步添加生态位, 进而实现林地增绿、农民增收、社会增效。目前, 我国林下经济发展呈现出多样化模式, 主要包括林粮、林药、林果、林菜、林草、林菌等模式, 其中林下高效种植是重要的组成部分。

目前有关林下经济发展的种养模式, 大多数研究和调研认为增效是明显的。对林下养殖来说, 丁大俊等总结认为, 林下养禽效益显著, 可真正使得“死林地”变为“活宝盆”^[1]; 寇祥明等研究认为, 林间套种牧草养鹅循环农业模式的经济效益是稻—麦轮作模式的 2.8 倍, 同时该模式耗能低、修复改善农业生态环境的效果显著^[2]; 王健等研究认为, 林下饲养产蛋鸡适宜补饲量为舍内饲养的 70%~80%^[3]; 周乃富等研究认为, 林下养鸡能有效改善 0~20 cm 土层的土壤养分^[4]。对林下种植来说, 吴宝成等研究认为, 杨树低树龄条件下套种的

中药细柱五加根冠农艺性状和根皮产量可高于露地栽培^[5]; 丁晶晶等研究认为, 杨树林下种植雪菜模式提高了杨树林地利用率, 有效地促进了林农增收以及当地杨树产业健康可持续发展, 年新增纯收益为 46 335 元/hm²^[6]; 陈州调研认为, 林茶间种, 即在茶行中套种一些适合的果树或乡土树种, 除了果树和苗木的收益, 复合经营还能够延长茶叶的采摘期 8~9 d, 名茶单位面积产量能提高 8%, 茶园均效益可增加 500 元/667 m² 左右, 效益十分可观^[7]; 隋国光分析认为, 不同林下经济模式经济效益有明显的差距, 市场需求和林菌产量是决定林菌项目净收益的重要因素, 其中菌种费对项目成本影响较大, 雇佣人员费投入次之^[8]。因此, 林下经济无论是种植业还是养殖业, 都具有较为明显优势的综合效益。

薄壳山核桃作为著名的优良树种, 具有很高的经济价值、观赏价值、物用价值和药用价值, 越来越被广泛种植^[9-10]。目前, 有关薄壳山核桃林下种植作物的类型和模式研究极为少见。本研究通过多年试验分析薄壳山核桃林下种植紫山药、紫玉米、黑大豆和紫甘薯的产量效应和经济效益, 以期在林下高效种植模式的选择提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点

本试验于 2015—2017 年在南京农业大学试验农场进行, 该农场属暖温带海洋季风性气候, 土壤类型为壤土, 基础理化性质: 有机质含量为 22.81 g/kg、全氮含量为 1.22 g/kg、速效氮含量为 91.20 mg/kg、速效磷含量为 21.18 mg/kg、速效钾含量为 110.79 mg/kg, pH 值为 7.27。

1.2 试验设计

薄壳山核桃品种为波尼, 林间行距为 4 m, 田间荫蔽度为 15%~20%。设置 4 种林下种植模式, 每个小区面积 11 m ×

收稿日期: 2018-08-29

基金项目: 江苏省林业三新工程[编号: LYSX(2015)21]。

作者简介: 王强盛(1971—), 男, 江苏东台人, 博士, 副教授, 主要从事作物生理生态和生态循环农业研究。Tel: (025) 84395103; E-mail: qswang@njau.edu.cn。

22 m,重复 3 次,并设置没有薄壳山核桃的露地栽培为对照。处理 1 为每年种植紫山药(RS1),处理 2 为紫山药—紫玉米—紫山药(RS2),处理 3 为紫山药—黑大豆—紫山药(RS3),处理 4 为紫山药—紫甘薯—紫山药(RS4),紫山药、紫甘薯垄作移栽,垄距 1.2 m,垄宽 0.25 m,每行核校树间种植 2 垄。紫山药品种为苏蕨 1 号,基本苗 4.5 万株/hm² 左右,施 22 500 kg/hm² 腐熟有机肥作基肥,块茎膨大期分 2 次追施复合肥 600 kg/hm²;紫甘薯品种为徐紫薯 8 号,基本苗 4.5 万株/hm² 左右,基肥施 22 500 kg/hm² 腐熟有机肥和 525 kg/hm² 硫酸钾复合肥,块茎膨大期施尿素 75 kg/hm² 和硫酸钾 150 kg/hm²。紫玉米品种为江南紫糯,基本苗 4.5 万株/hm² 左右,基肥施优质农家肥 22 500 kg/hm²、复合肥 450 kg/hm²,拔节期至大喇叭口期施尿素 450 kg/hm²。黑大豆品种为乌青 1 号,基本苗 15 万株/hm²,基肥施复合肥 225 kg/hm²,初花期施尿素 75 kg/hm²。

1.3 测定指标

在成熟期测定紫山药、紫玉米、黑大豆和紫甘薯的田间实际产量,并结合田间生产资料投入和市场价格计算净效益。

1.4 数据分析

采用 Excel 2007 进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 林下套种几种作物的实际产量

从图 1 可以看出,在 2015 年(第 1 年)林下紫山药获得了 28 800 kg/hm² 的产量,与对照处理的常规露地栽培相比较低,但差异不明显;在 2016 年(第 2 年),再在林下种植紫山药,产量较第 1 年下降 17.7% 和较当年对照低 25.0%;在 2017 年(第 3 年),再次在林下种植紫山药,实际产量进一步下降,实际产量分别较第 1、2 年下降 39.6%、26.6%,较当年对照低 38.9%。第 2 年林下种植紫玉米、黑大豆或紫甘薯,收获的产量为紫甘薯>紫玉米>黑大豆,但相对各自的露地栽培处理(对照),林下紫玉米、黑大豆和紫甘薯产量降低,其幅度表现为紫玉米>黑大豆>紫甘薯,分别为 10.3%、5.8%、3.3%;再到第 3 年的紫山药,第 2 年不种植紫山药,第 3 年种植紫山药的实际产量均高于连续种植紫山药处理,提高幅度在 24.0%~61.2%,其中第 2 年不同的种植作物,到第 3 年种植的紫山药产量存在明显差异,表现出的顺序为黑大豆>紫玉米>紫甘薯,以第 2 年种植黑大豆处理的后续紫

山药实际产量最高,其实际产量较当年对照仅下降 1.5%;而第 2 年种植紫甘薯处理的后续紫山药实际产量较当年对照下降幅度最大,下降 24.2%;第 2 年种植紫玉米的后续紫山药实际产量较当年对照下降 8.3%。

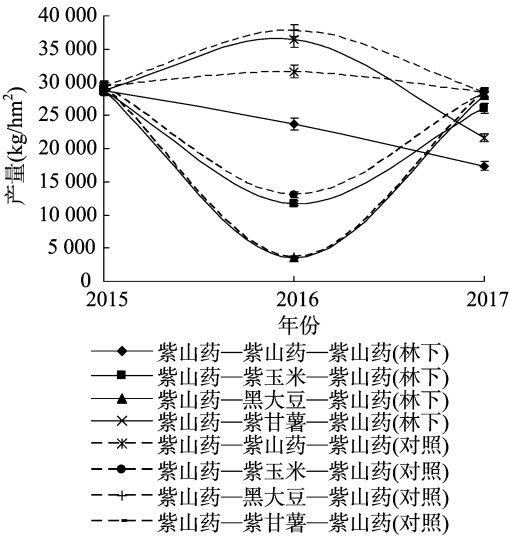


图1 林下套种几种作物的实际产量

2.2 林下套种几种作物的投入与产出分析

表 1 为林下套种几种作物的田间投入与产出的效益评价。从总体上来看,林下种植紫山药主要生产性支出在种苗费、肥料费和人工成本费,特别是田间整地、起垄、育苗、播种、搭架、收获等过程需要的人工较多;林下种植紫玉米和黑大豆的主要支出在肥料费和人工成本费,一方面全生育期肥料投入相对其他生产资料较多,另一方面整地、喷药和收获过程中需要一定的人工费用;林下种植紫甘薯在种苗费、肥料费和人工成本费等方面投入较多,但相对林下紫山药来说,生产性投入大约为林下紫山药的 24.6%,其中农药的用量也相对减少。本试验结果表明,随着林下紫山药连年种植,其肥料和农药的生产成本整体增加,而收获产量下降。从社会需求来看,紫山药、紫玉米、黑大豆和紫甘薯都有较好的价格优势和消费潜力;再从净收益来看,第 2 年林下种植的不同作物,估算的净收益表现为紫山药>紫甘薯>紫玉米>黑大豆,其中紫山药的净收益最高,分别是紫甘薯的 2.3 倍、紫玉米的 3.4 倍和黑大豆的 14.2 倍,以黑大豆净收益最低,不同林下种植模式的后续种植净收益出现明显差异;最后从产投比来看,林下几

表 1 林下套种几种作物的产投比

考查内容	2015 年	2016 年				2017 年			
	紫山药	紫山药 (RS1)	紫玉米 (RS2)	黑大豆 (RS3)	紫甘薯 (RS4)	紫山药 (RS1)	紫甘薯 (RS2)	紫山药 (RS3)	紫甘薯 (RS4)
种苗费(元/hm ²)	34 800	34 800	780	900	2 745		34 800		
肥料费(元/hm ²)	12 900	17 100	2 475	1 230	2 925		21 300		
农药费(元/hm ²)	450	525	570	450	360		525		
机械作业费(元/hm ²)	2 550	2 550	1 350	600	975		2 550		
人工成本费(元/hm ²)	21 600	22 800	4 200	5 400	12 000		24 000		
总成本(元/hm ²)	72 300	77 370	9 375	8 580	19 005		83 175		
单价(元/kg)	12	12	6	7	3		12		
产值(元/hm ²)	345 600	284 400	70 380	23 100	109 440	208 800	313 200	336 600	258 840
净收益(元/hm ²)	273 300	206 625	61 005	14 520	90 435	125 625	230 025	253 425	175 665
产投比(元/元)	4.78	3.68	7.51	2.69	5.76	2.51	3.77	4.05	3.11

种作物的产投比表现为紫玉米 > 紫甘薯 > 紫山药 > 黑大豆, 不同林下种植模式以黑大豆处理的后续紫山药种植产投比最大, 其次为紫玉米, 再次为紫甘薯, 最低的为连续种植紫山药处理。

3 讨论与结论

3.1 林下作物种植的模式分析

林下种养经济已经越来越受到社会和农户的重视和发展, 如江苏东台的林下养鸡、江苏泗阳的林下药材、江苏句容的林下菌菇等特色产业发展迅速, 但各地在发展林下经济的技术层面还存在明显的不足。首先, 品种单一, 没有充分形成基于林木环境条件的多样性品种, 单一品种可能难以完全适应生态变化、气候改变和病虫害发生变化等, 如果遭遇灾害性环境将带来较大的损失。其次, 品种的适应性有待更多的选育和筛选。林木环境下存在的蔽荫度差异较大, 有的品种适应性强, 有的品种适应性弱, 或者有些品种不同生育阶段的耐性还有差异, 因此, 要根据林木环境条件确定适宜的品种类型。再次, 模式单一。在林下经济发展过程中农户往往一旦选用某种模式后难以改变种养方式, 坚持“一竿子到底”的单一模式, 这往往给林下种养带来潜在的危害, 甚至有时导致产量急剧下降。最后, 技术措施不到位。农户往往采用常规露地管理方式来进行林下动植物的种养, 没有做到结合林木环境采取因地制宜的措施, 如养分的精确运筹、遮阴的技术调控、后期农作物叶面的生理调控等, 因而相应的技术措施还有很大的提升空间和改善途径。本试验结果表明, 在薄壳山核桃林下环境, 种植紫玉米产量下降幅度最大, 可能是玉米的耐荫性相对较小, 因而不是太适宜种植紫玉米, 也就是说在林下种植时要进行作物类型和品种的筛选, 确定适宜的品种结构; 另外, 由于豆类、紫山药等存在某种程度上的连作障碍^[11-12], 本试验连续3年种植林下紫山药, 导致紫山药实际产量出现大幅度下降, 因此最好不要采用单一的林下连作模式, 要根据轮作原理确定适宜的种植模式。从本试验结果可以看出, 薄壳山核桃林下采用紫山药—黑大豆—紫山药种植方式是一个比较好的林下经济种植模式, 虽然黑大豆的比较效益相对较低, 但黑大豆的种植为后续作物生产奠定很好的土壤环境基础。当然, 如能根据土壤环境的变化, 采取相适宜的措施, 如增施生物有机肥, 尽量消除土壤连作障碍, 林下种植紫山药—紫甘薯—紫山药也是很好的模式选择, 具有较好的发展前景。

3.2 林下作物种植的效益分析

实行林下经济是立体经济和多功能文化的体验, 符合绿色发展的方向和社会消费的取向, 有助于实现农林结合的低碳发展, 有着广阔的市场空间, 因此在发展模式中可以进行长中短有机结合、上中下综合开发、农林牧复合经营, 进而实现农林生态系统的生态位高效利用和多能级循环流动, 增加农林复合系统的综合效益。本试验结果表明, 林下作物种植模式对充分发挥林下生态经济效益有明显的影响。尽管不同林下种植模式存在一些不足和问题, 但总体上来看, 不同林下作物种植模式增效明显, 能够弥补林业发展周期长带来的短期经济不足。林下种植紫山药、紫玉米、黑大豆和紫甘薯都带来

较好的经济效益, 新增效益在1万~10万元/hm², 其中紫甘薯、紫山药等由于市场需求大, 效益更为明显。发展林下经济虽然要注重经济效益, 但更要考虑生态效益。从3年总净收益来看, 虽然林下紫山药的最高, 轮种黑大豆和紫甘薯的较低, 但继续种植下去, 随着林下蔽荫度的不断增大, 再种植紫玉米产量损失可能更大, 连续种植紫山药连作的障碍将更为明显; 另外, 实现林下不同轮种模式, 还适度减少了农药化肥的使用, 减轻了农事操作给环境带来的压力, 实现农林复合系统的“减肥减药”, 生态效应明显。因此, 采用合理的轮作模式才是长久发挥林下经济的根本。从本研究可以看出, 人工成本已经成为林下经济发展的最大支出, 且随着农村老龄化比重增加、劳动力转移等因素, 人工成本将可能进一步增大, 因此, 发展适合林下作物种植的机械装备显得尤为紧迫, 特别是中小型耕种和喷肥药机械, 以提高林下作业机械化水平。

总之, 林下经济发展模式, 既要根据区域性选择适当的品种类型, 也要筛选适宜的种养模式。本试验表明, 林下经济的发展模式不仅要考虑经济效益, 也要考虑生态效益, 将技术措施和区域生态相结合才能更好地发挥林下经济的增效空间和绿色潜力; 注重品种多抗优质化、模式结构多样性和技术措施适应性, 以机械化为方向、促进增效为目的、提高林地利用率和综合效益为核心, 才能进一步提高林下经济的稳定性, 推进林下经济绿色化、规模化、集约化和休闲式发展, 最终实现林下资源的充分有效利用。

参考文献:

- [1] 丁大俊, 谈开龙. 林下经济发展新观察[J]. 江苏农村经济, 2016(2): 65-66.
- [2] 寇祥明, 唐鹤军, 张家宏, 等. 林间套种牧草养鹅循环农业模式的高效配套技术[J]. 湖南农业科学, 2015(12): 56-58.
- [3] 王健, 杨芷, 侯庆永, 等. 不同补饲量对林下散养蛋鸡产蛋性能、蛋品质及繁殖器官的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(12): 240-242.
- [4] 周乃富, 谭晓风, 袁军. 林下养鸡对油茶林地土壤以及植株养分的影响[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 341-342.
- [5] 吴宝成, 韦敏, 宋春风, 等. 江苏地区杨树林下套种细柱五加栽培模式[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(23): 156-160.
- [6] 丁晶晶, 樊向民, 胡高瞻, 等. 泗阳县杨树林下种植雪菜经济效益分析[J]. 江苏林业科技, 2017, 44(6): 21-22, 26.
- [7] 陈州. 浅谈句容市林下经济发展[J]. 农村经济与科技, 2016, 27(22): 37, 39.
- [8] 隋国光. 建瓯市几种林下经济模式的效益分析[J]. 山东林业科技, 2018(2): 57-59.
- [9] 姜宗庆, 李成忠, 余乐, 等. 外源IBA对薄壳山核桃嫩枝扦插及其生根过程中相关酶活性的调控效应[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(7): 152-154.
- [10] 吕运舟, 董筱昀, 蒋泽平, 等. 不同无性系薄壳山核桃播种苗的组织培养[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(1): 47-49.
- [11] 田艺心, 汪自强. 中国重茬大豆调控技术研究现状[J]. 大豆科学, 2010, 29(2): 336-340.
- [12] 史新敏, 李洪民, 张爱君, 等. 苏北地区黑小麦和紫山药一年两熟制高效种植模式[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(12): 120-121.