

夏联海,姬亚岚. 有机和常规生产方式下葡萄园环境效应比较分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):379-382.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.128

有机和常规生产方式下葡萄园环境效应比较分析

夏联海¹,姬亚岚^{1,2}

(1. 浙江农林大学经济管理学院,浙江杭州 311300; 2. 浙江省农民发展研究中心,浙江杭州 311300)

摘要:用系统动力学方法构建复式模型,并基于浙江杭州有机葡萄农庄和常规葡萄农庄实际调查数据进行仿真模拟,在此基础上对比分析其环境效应差异及其长期变化趋势。结果显示,在相同产出水平下有机生产方式和常规生产方式下葡萄园环境效应存在一定的差异,且这种差异有逐渐增大的趋势。具体而言,葡萄有机生产在整个模拟期内单位产值能源消耗和温室气体排放比常规生产方式分别低 44.6%~52.8%、31.2%~42.8%;单位产值环境酸化效应负荷和环境富营养化负荷在前期并没有太大的差别,而后期有机生产方式表现出较小的影响。因此,从长远来看,葡萄有机生产在缓解能源消耗、温室效应、酸化效应及富营养化等环境压力方面具有较大的潜力。

关键词:葡萄园;有机生产方式;常规生产方式;环境效应;系统动力学方法

中图分类号:S663.104;S181.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)07-0379-04

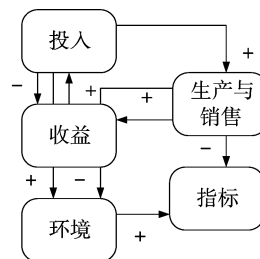
当前,农业生产活动对生态环境的影响越来越受到人们的关注。随着以大量消耗能源为特征的美国式现代农业的推进,农业生产对化石能源的依赖日益增强,使得其在保持高产出的同时加剧了全球范围内的环境污染、能源危机、食品安全危机等问题,农业的可持续性问题变得日益突出,转变农业生产方式成为当务之急。有机农业因其“低能耗、低污染”的特点被认为是较具潜力的替代方式。许多学者从不同的角度利用不同的方法比较有机生产方式和常规生产方式下农业生产对环境的影响,结果表明,与常规农业相比,有机农业具有明显的环境效益,在节约化石能源、减少温室气体排放、降低环境酸化风险和富营养化风险、增加土地的美学价值及保护生物多样性等方面具有明显的优势^[1-5]。然而,由于农业生产活动表现出的环境效应是地理环境条件、能源投入结构、产量及市场条件等其他影响因素共同作用的结果,对不同农业生产方式所引起的环境效应差异的长期表现进行分析较困难。系统动力学(system dynamic,SD)是一种研究复杂系统因果反馈结构与行为的系统科学方法,适合解决系统性、非线性、长期性及动态性的复杂问题,已被广泛用于生态学、经济学、社会学等各个领域^[6]。而系统动力学在农业中的运用多为国家层面和地区层面的研究,而基于经营主体层面的研究并不多且主要是对循环农业、农业组织模式、规模化生产等考察上。例如,姬亚岚等运用系统动力学方法比较 3 种不同组织模式下休闲农业的经济效益、社会效益和环境效益长期变化^[7];卢花等构建比较传统散户种植模式和规模化种植模式下猕猴桃果园的生态碳汇能力^[8];甘筱青等分别构建了生

猪、蛋鸡供应链 SD 模型仿真未来 10 年内 2 种不同养殖模式下的经济和食品安全状况^[9-10]。而系统动力学方法运用于不同农业生产方式的环境影响差异的研究还不多见。为了考察在相同的产出水平下有机生产方式和常规生产方式环境效应差异及长期表现,本研究构建了系统动力学模型,以浙江杭州地区有机种植和常规种植葡萄园农庄为例进行仿真模拟,并在此基础上探究符合当前发展要求的农业生产方式。

1 葡萄园系统动力学模型构建

1.1 基本思路

从系统动力学的角度看,系统的动态行为表现取决于内部各变量或组织依据自身的逻辑相互联系、相互影响^[6]。葡萄经营主体的目的是获得一定的经济效益,须经过投入环节和销售环节来实现,与此同时产生的污染物会对环境造成一定的影响。因此,根据研究目的,模型主要分为投入、生产与销售、收益、环境及指标 5 个模块。这几个模块相互促进、相互制约分别表现为正向反馈和负向反馈:收益模块分别受生产和销售模块、投入模块的正反馈和负反馈作用;环境模块则是这 2 个模块同时正向反馈作用;而指标模块是生产与销售模块和环境模块负反馈和正反馈相互作用的结果。各个模块的相互关系如图 1 所示。根据这 5 个模块的反馈关系构建系统动力学模型,共 6 个状态变量、10 个速率变量和 56 个辅助变量(具体系统流程图见图 2)。



“+”表示正向反馈;“-”表示负向反馈

图1 系统动力学模型的反馈关系

收稿日期:2015-02-03

基金项目:教育部人文社会科学规划基金(编号:11YJA790057);浙江农林大学研究生科研创新基础项目(编号:3122013240279)。

作者简介:夏联海(1989—),男,河南信阳人,硕士,从事有机农业研究。E-mail:xlh890310@163.com。

通信作者:姬亚岚,博士,副教授,从事农业经济理论及多功能农业研究。E-mail:jiyalan@zfa.edu.cn。

我国有机生产体系的种植标准进行生产。利用有机农家肥充分培养葡萄生长所需的天然益生菌,禁用化学除草剂,使用机械翻耕及人工结合除草,使用杀虫灯、果实套袋、防虫网以及施用少量低浓度杀菌剂等来减少病虫害。通过采摘、亲子活动、农耕体验等参与式项目提高消费者对园区有机农产品的认同度,形成集科研、生产、示范、培训、休闲为一体的综合性基地。

临安横街葡萄园农庄(以下简称横街)位于浙江省临安市锦城街道横街村,隶属于横街水果专业合作社。水果种植面积 180 余 hm^2 ,其中葡萄种植面积达 133.33 hm^2 。横街依傍于被称为小九寨沟的太湖源风景区以及著名的天目山风景区必经之路——205 省道。横街村有 20 多年的葡萄种植史,因地制宜,横街葡萄产量达到 22 500 kg/hm^2 ,年产值 3 000 余万元。每年开展以采摘、观光、葡萄节等形式活动使得横街葡萄在杭州乃至整个浙江省小有名气。依托优厚的种植技术、区位便利的交通和优厚的旅游资源、规范的无公害葡萄管理以及多样化的产品销售形式,横街形成了一套成熟的产销一体化的经营方式。

2.2 模型主要参数赋值

模型中存量的初始值以及大部分辅助变量的值为 2012 年调查的实际值,少部分辅助变量的值直接或者间接借鉴相关文献成果。为了内化其他因素(如地理环境)而凸显生产方式对环境的影响变化,除了样本的选择外,还须要体现在系统参数的设定上。如在技术与管理水平和废弃物的回收利用

上,有机生产方式比常规生产方式明显要求要高。

温室气体排放主要来源于投入阶段、包装阶段及配送阶段的能源消耗。各类型能源统一化折算系数以及对应的二氧化碳当量折算标准主要参考闻大中等的相关研究结论^[14-15]。酸化效应和富营养化取决于肥料的投入,而其他能源消耗影响甚小,可以忽略。酸化效应主要受肥料生产中排放的 SO_x 、 NO_x 、 NH_3 的影响,富营养化主要受 NO_x 、 NH_3 沉降和氮素、磷素的以硝态氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)、 PO_4^{3-} 淋失。降雨和灌溉是影响 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 、 PO_4^{3-} 等淋失的主要因素,在温室条件下合理地灌溉可以极大地降低营养的淋失率,因此假定肥料中营养元素的淋失率为 0,而所考虑的几种污染物的排放系数主要参考胡志远等相关研究^[16-19]。对这几种污染物所造成的酸化效应或者富营养化效应统一化为 SO_2 当量值和 PO_4^{3-} 当量值,当量系数借鉴邓圣南等的研究成果^[20]。由此计算出化肥的当量折算系数(SO_2 0.039 3 kg/kg 、 PO_4^{3-} 0.005 8 kg/kg)和有机肥的当量折算系数(SO_2 0.005 6 kg/kg 、 PO_4^{3-} 0.001 kg/kg)。

2.3 模型检验

模型检验主要是通过将模拟出的部分结果与实际数据进行对比,从而检验模型的符合程度。本研究以 2012 年各变量的实际值作为模型的初始值进行仿真模拟,部分实际值与仿真值比较结果见表 1。由表 1 可知,仿真值与实际值的相对误差均在 5% 以内,吻合度较高。可以在此基础上进行仿真模拟,模拟时间设定为 2012—2022 年。

表 1 不同生产方式下葡萄园环境效应系统动力学仿真模型检验结果

地区	葡萄产量($\text{kg}/\text{年}$)								
	2012 年			2013 年			2014 年		
	实际值	仿真值	误差(%)	实际值	仿真值	误差(%)	实际值	仿真值	误差(%)
山果湾	20 000	20 000	0	40 000	40 861	2.11	50 000	50 896	1.76
横街	2 700 000	2 700 000	0	2850 000	2 821 402	1.01	3 000 000	2 980 593	0.65

地区	葡萄收入(元/年)								
	2012 年			2013 年			2014 年		
	实际值	仿真值	误差(%)	实际值	仿真值	误差(%)	实际值	仿真值	误差(%)
山果湾	900 000	900 000	0	1 500 000	1 526 813	1.76	1 700 000	1 775 159	4.23
横街	34 000 000	34 020 000	0.06	35 000 000	35 385 428	1.09	36 000 000	35 833 056	0.47

2.4 结果与分析

2.4.1 能源消耗 如图 3-a 所示,山果湾 2020 年以前的单位产值能耗变化较平稳,2020 年以后明显减少,而横街则变化不大。从纵向看,2022 年山果湾能耗比 2012 年约减少 8.1%,而横街则略微增加 0.2%;从横向看,山果湾单位产值能耗均明显低于横街,整个阶段,山果湾比横街低 44.6%~52.8%。主要原因在于山果湾一方面通过环境友好型技术和使用低能耗产品减少化石能源投入,另一方面注重废弃物的回收再利用,并且山果湾有机生产体系随着时间变化而不断完善,后期逐渐显现出较大的经济回报。

2.4.2 温室效应 由于温室气体的排放与总能源消耗有明显的正向关系,所以在走势上比较类似。如图 3-b 所示,从单个来看,模拟期末年山果湾单位产值温室气体排放量约比期初减少 13.3%,而横街则略微减少,为 0.5%;从整体上看,山果湾单产能耗均明显低于横街,整个阶段山果湾比横街低 31.2%~42.8%。

2.4.3 酸化效应 如图 3-c 所示,从走势上看,山果湾 2018 年以前变化较平稳,2018 年以后具有明显减少的趋势,

而横街在整个阶段变化不太明显。自身比较而言,2022 年山果湾单位产值温室气体排放量比 2012 年约减少 17.9%,而横街则略微减少 1%。相比之下,2021 年以前山果湾高于横街,2016 年最高为 11.7%,2021 年左右二者基本相当,2021 年以后山果湾比横街少,2022 年山果湾比横街小 9.1%。主要原因在于山果湾 1 hm^2 有机肥用量高 40% 左右,有机肥施用过程中会排放大量的 NH_3 ,是导致环境酸化的主要污染物。而在山果湾前期经济效益蛰伏阶段,单位产值酸化效应可能表现较高,而经济回报提升到一定程度总体走低。

2.4.4 富营养化 由于 NH_3 也是引起富营养化的重要因素,所以在变化趋势上与酸化效应并没有太大差别。如图 3-d 所示,从纵向来看,山果湾模拟期末单位产值温室效应约比 2012 减少 18.5%,而横街则略微减少,为 1.2%。从横向来看,2018 年以前山果湾与横街相当,2018 年以后山果湾低于横街,到 2022 年,山果湾比横街低 18.5%。

3 结论

通过运用系统动力学方法构建模型,比较分析有机生产

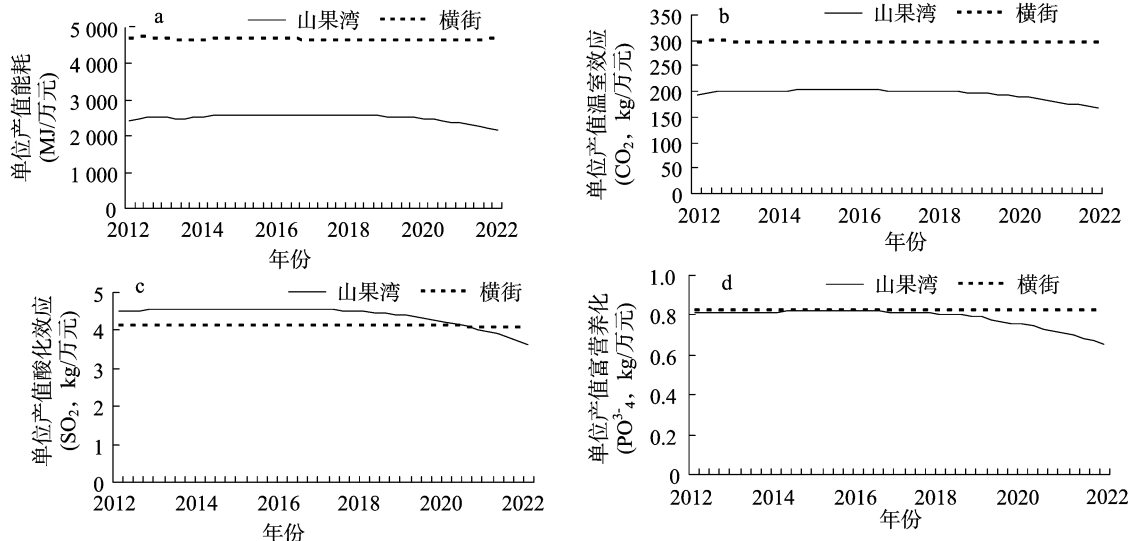


图3 4种环境效应类型比较

方式和常规生产方式下葡萄园环境效应长期变化。结果表明,在相同产出水平下,葡萄有机生产在短期内可能仍存在一定的酸化风险和富营养化风险。但从长远来看,有机生产方式在能源消耗、温室效应、酸化效应及富营养化等4种环境效应类型方面均优于常规生产方式,有机生产方式具有一定的减少环境效应的潜力。从目前来看,有机生产因其前期投入大、收益低、投资风险高,并不具有太大的吸引力。因此,为了鼓励和扶持农业有机方式,政府在农业相关政策的制定和完善中有必要适度地向有机生产方式倾斜,同时须要完善监管体系,确保农产品的有机生产规范有效。

参考文献:

- [1] Cederberg C, Mattsson B. Life cycle assessment of milk production – a comparison of conventional and organic farming [J]. Journal of Cleaner Production, 2000, 8(1): 49–60.
- [2] Haas G, Wetterich F, Köpke U. Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2001, 83(1/2): 43–53.
- [3] Marie T K, Qiao Y H, Luo Y, et al. Environmental assessment of organic soybean (*Glycine max.*) imported from China to Denmark: a case study [J]. Journal of Cleaner Production, 2010, 18(14): 1431–1439.
- [4] Litskas V D, Mamolos A P, Kalburtji K L, et al. Energy flow and greenhouse gas emissions in organic and conventional sweet cherry orchards located in or close to natura 2000 sites [J]. Biomass and Bioenergy, 2011, 35(3): 1302–1310.
- [5] Michos M C, Mamolos A P, Menexes G C, et al. Energy inputs, outputs and greenhouse gas emissions in organic, integrated and conventional peach orchards [J]. Ecological Indicators, 2012, 13(1): 22–28.
- [6] 陶在朴. 系统动力学——直击《第五项修炼》奥秘 [M]. 北京: 中国税务出版社, 2005.
- [7] 姬亚岚, 张 玫. 多功能农业框架下休闲农业组织模式比较——一个系统思考方法 [J]. 农业技术经济, 2012(4): 86–95.
- [8] 卢 花. 基于系统仿真模型的不同猕猴桃果园生态系统碳汇能

力比较研究——以荣经县青龙乡柏香村为例 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2012.

- [9] 甘筱青, 高 阔. 生猪供应链模式的系统动力学仿真及对策分析 [J]. 系统科学学报, 2012, 20(3): 46–49.
- [10] 周业付, 蔡存凯, 敖 毅. 两种蛋鸡养殖模式的系统动力学仿真研究 [J]. 浙江农业学报, 2014, 26(6): 1703–1708.
- [11] Kristensen T, Mogensen L, Knudsen M T, et al. Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach [J]. Livestock Science, 2011, 140(1/2/3): 136–148.
- [12] Cerutti A K, Bruun S, Beccaro G L, et al. A review of studies applying environmental impact assessment methods on fruit production systems [J]. Journal of Environmental Management, 2011, 92(10): 2277–2286.
- [13] Mouron P, Nemecek T, Scholz R W, et al. Management influence on environmental impacts in an apple production system on Swiss fruit farms: combining life cycle assessment with statistical risk assessment [J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 2006, 114(2/3/4): 311–322.
- [14] 闻大中. 再论农业生态系统能流研究方法 [J]. 农村生态环境, 1987(1): 61–67.
- [15] Liu Y X, Langer V, Høgh-Jensen H, et al. Life cycle assessment of fossil energy use and greenhouse gas emissions in Chinese pear production [J]. Journal of Cleaner Production, 2010, 18(14): 1423–1430.
- [16] 胡志远, 谭丕强, 楼狄明, 等. 不同原料制备生物柴油生命周期能耗和排放评价 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 141–146.
- [17] 葛顺峰, 姜远茂, 彭福田, 等. 春季有机肥和化肥配施对苹果园土壤氮挥发的影响 [J]. 水土保持学报, 2010, 24(5): 199–203.
- [18] 卢 娜, 曲福田, 冯淑怡. 太湖流域上游地区不同施肥技术下水稻生产对环境的影响分析——基于生命周期评价方法 [J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2012, 12(2): 44–51.
- [19] 籍春蕾, 丁 美, 王彬鑫, 等. 基于生命周期分析方法的化肥与有机肥对比评价 [J]. 土壤通报, 2012(2): 412–417.
- [20] 邓南圣. 生命周期评价 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.