 DOI: https://doi.org/10.12349/rwae.v4i3.1487

Summary of the Construction and Operation Experience of the Whole Ecological Circular Agricultural Park

Damin Li

Shaanxi Yangling Armadillo Steel Structure Co., Ltd., Yangling, Shaanxi, 710600, China

Abstract

Cultivate several insects (including earthworms), feed fish, turtles, crabs and other aquatic products or chickens and ducks with insects (earthworms), the park sells with aquatic products and special products with high added value, which greatly improves the benefits of the park and purify the park environment. The key to high profit in the park is to reduce the breeding cost is to open up the nutrition channel of various insects. The steel structure greenhouse and its underground heat exchange system used in the park is the first large-span large arch greenhouse without columns in China, with low construction and operation costs.

Keywords

insect farming; insect feeding; environmental governance in the park; efficient circular agriculture

全生态循环农业园区建设与运营经验总结

李大民

陕西杨凌犰狳钢结构有限公司，中国 · 陕西 杨凌 710600

摘　要

用植物类物质养殖蛴螬等数种昆虫（含蚯蚓），用昆虫（蚯蚓）喂食鱼、鳖、蟹等水产品或鸡鸭等，园区以水产品和高附加值的特种产品出售，大幅提升了园区效益，净化了园区环境。用多种昆虫打通种养殖营养通道降低养殖成本是园区高盈利的关键。园区使用的犰狳钢结构大棚及其地下换热系统，是中国第一家大跨度无立柱大型拱形温室，建设和运营成本均低。

关键词

昆虫养殖；昆虫投喂；园区环境治理；高效循环农业

1 引言

中国生态循环农业概念提出已有 30 余年，但真正落实到园区运营并因此获利，还需要多学科共同努力与配合。笔者进行了多年探索，现将一些经验、教训总结出来，供大家参考、借鉴。

全生态循环园区重点是以昆虫养殖（数种）消化掉园区及周边的杂草、枯枝烂叶、藤蔓、废弃果实等，用养殖好的昆虫（幼虫）投喂鱼或水产及鸡鸭、特种养殖的胡峰、蜈蚣、螳螂等 [1]；以这些养殖的水产品、特种产品市场价批发，达到高销售额、低成本的效果。以大密度美国加州鲈养殖为例，10t 秸秆与农业废弃物可以生成 2 吨左右蛴螬幼虫，2t 幼虫可以喂出 500~600kg 成品鱼。产值 1 万元以上；对应的 10t 农业废弃物价值极低且处理过程有一定政府补贴。

【作者简介】李大民（1964–），男，中国辽宁沈阳人，本科，农艺师，从事温室设施建设及全生态链循环农业研究。

2 园区的农业设施建设、运营与能耗

2.1 现有设施推荐使用的犰狳结构超大型棚（拱形温室）

犰狳钢结构棚顶高 12m，跨度 35m，没有中间立柱，长度以 100~200m 为宜。这种超大型拱形温室内部还有一层钢构，内外形成瓶胆式结构，在种植槽顶部还有一层园艺无纺布临时保温设施，冬季保温效果较好。

犰狳钢结构棚外膜使用 50 丝夹网膜，内膜使用 20 丝 PO 或 PE 膜，两层膜间处于封闭状态。

犰狳钢结构棚地下 3m 左右设置强制换气系统，使用波纹管铺设，将 3m 以下恒定的地下的热（冬季）和冷（夏季）使用风为载体，抽出到地面以上，而将棚体内的热空气（夏季）或冷空气（冬季）泵入地下换热的波纹管系统，经过 100m 以上距离的波纹管换热系统，抽出与地下温度一致的热（冬季）或冷（夏季）空气，使棚体温度达到稳定的状态。在零下 20℃时，出口气温大约 12℃~15℃，整个棚体二层覆盖范围内温度为零上 4℃~5℃；在室外 38℃时，换气系统出气温度 13℃~16℃，棚体二层覆盖范围内 25℃~30℃（新

疆阿克苏柯坪县试验数据）。棚体换气频率以 4~6 次 /h 为宜，气体在地下流动时间越短，波纹管越细，换热效果越差。

2.2 北方冬季设施中的二氧化碳简易获取方案

①低成本获取方式——兼顾煤焦油类物质、草木灰获取。

②二氧化碳使用的理想条件——微风与温湿度、光照、根际温度。

二氧化碳施肥要注意各生长因子的配合，18℃ ~35℃的温度范围、50%~70% 空气相对湿度、15000lx 以上的光强、土壤氮磷钾充足水分含量 40% 以上等，最重要的是要保证施肥期间的微风浮动，即 4~6m/s 的微风在温室循环流动，叶片在风中微微晃动或摆动。风可以刺激叶片对二氧化碳的吸收，也可以吹干叶片上的水分，防止发病。

③空间电场环境对二氧化碳吸收的促进作用。

④二氧化碳使用浓度 为保证空气中 1500~1800PPM；对果菜类、瓜类、块茎（根）类，果实成熟后期可以使用 3000~5000PPM，刺激淀粉与糖类形成。

⑤二氧化碳使用的副作用预防。

长时间使用二氧化碳施肥，会使作物早衰。根据长势与种类、品种的不同，其他生长因子的配置不同有所差异；通过观察叶片、生长点、产量等注意修补短板，减轻早衰 [2]。

2.3 园区露地生产中二氧化碳施肥设施、使用方法介绍

2.3.1 露地作物在郁闭状态下二氧化碳缺乏

大密度种植的玉米、红薯等，生长旺盛期也会出现二氧化碳缺乏现象，尤其在无风天气。

2.3.2 露地作物品质的改进捷径

使用二氧化碳施肥，可以使露地作物品质提升，口感变好（如大连机场附近的水果甜度大，口感好，皆因机场产生的高浓度二氧化碳汇集这附近），同样，也可以增加 20%~30% 以上玉米等作物产量。

2.3.3 使用滴灌系统做二氧化碳施肥设施

在滴灌系统首部，加个气体释放管道就可以将整个系统变为二氧化碳施肥系统。

2.3.4 露地使用二氧化碳的水肥配合条件

磷钾肥是关键，确保田间不出现磷钾缺失症状。

3 园区的运营方案与盈利点确定、强化

①明确以生产、销售优质农产品、精品为自身销售产品，进行精选与精包装。

②明确以园区植物类废弃物如枯枝烂叶等生产蛴螬、黄粉虫、蚯蚓、蝇蛆等四种以上的昆虫，以昆虫为饲料养殖鱼、鸡鸭、鳖、蟹等，将这些养殖产品作为园区主要盈利点。

③确定适合当地市场的特殊产品如蜈蚣、胡蜂蛹、螳螂（桑螵蛸）等。

各地都有独特的食品和药品需要使用昆虫喂食，如云南、湖南等地的胡峰蛹，河北辽宁、福建等地的螳螂（桑螵蛸）、江苏、浙江的蜈蚣、蝎子生产，这些都可以作为特种养殖，消耗园区的昆虫产量，转化为高效益的产品 [3]。

4 园区篱笆、排水渠、廊道的利用

4.1 篱笆的利用

篱笆不仅仅作为围墙防护，篱笆本身也是园区生产的一个环节。

4.2 排水渠的利用

①排水渠不能只作排水之用，需要将排水渠作为养殖鱼、鳖、河蚌、虾等养殖设施，配置水循环处理系统、防逃逸系统。

②排水渠需要专门设计，便于平时养殖、雨时排洪。

③利用排水渠可以养殖鳖、虾、杂鱼，便于摄取活鱼饵料喂食园区大密度养殖的主产品——加州鲈鱼、斑点狗鱼、胭脂鱼、丁鳜鱼等。

④环形排水渠形成生物隔离屏障，可以阻断昆虫逃离养殖场所。

5 简易库房与加工手段的利用

5.1 简易库房

①根据种植养殖种类、面积不同，可以建设 2000~5000m^2 的简易库房。

5.2 简易加工手段

简易的加工手段可以在游园的游客、附近直销店中销售；包装与消毒、灭菌等环节必不可少。

6 生物防控、物理防控手段的利用

6.1 基于省工、高效、环保的生物防控手段

①生物防治手段成本低，省时省工；如赤眼蜂防治条螟、黏虫、菜青虫等，捕食螨防治红蜘蛛，胡峰控制田间所有害虫虫口数等，这些都是园区低成本植保的杀手锏。

②生物防治有很多限制因素，如温湿度、光照、防治对象群体数量、代数、季节等，因此，防治效果有时差强人意。因此，生物防治要注意一是打好提前量，批量培育益虫，在害虫暴发前或危害前大批量、分批次投放，形成种群优势；二是多种类同时作用于暴发性强的虫害，如使用胡峰、螳螂、赤眼蜂、黑蚂蚁、食虫蝇等同时防控黏虫、玉米螟、地老虎、菜青虫、小夜蛾、夜蛾等，效果较为理想。单一益虫有较大的局限性。

③有些益虫繁殖相对较为专业，需要与科研部门、生产部门提前预订，如捕食螨、赤眼蜂等；但有些益虫如黑蚂蚁、螳螂、胡峰等，园区可以设定专人利用简易设施与昆虫资源小范围饲养与扩繁，事半功倍。

④园区需要严格控制杀虫剂使用，避免益虫大批量死亡。

6.2 有别于化肥、农药的物理农业手段、设备

①有机生产技术中，不使用人工合成的化肥与农药是关键技术要求之一。物理手段进行病虫害控制、生长状态调整技术就应运而生。

②物理技术手段以高压静电场技术为代表，就是使作物、农产品处在 10 万伏上下高压电场状态下，而电流极小。这个电场环境使得作物吸收二氧化碳能力增强，植物体内钙的流动性大增，生长点缺钙、缺锌、缺铁现象极大缓解，作物叶片深绿、变厚，抗逆性、抗病性增强。

③空间静电场可以使电场范围内的水汽颗粒、灰尘颗粒等迅速极化连同附着在上面的病菌孢子、繁殖菌丝、气溶胶物质等一并被吸附到地面（负极）或空中电极线（正极）；这样就阻断了气传病害传播。

④电场范围内各种颗粒、气溶胶物质等被吸附，空气就非常清新，十分宜人；场所适合作为农家乐、茶歇设施等。

⑤在空间电场条件下，鱼、鸡等都表现出很强活性，抗逆性、抗病性增强，生长速度快。

⑥空间电场设备应用于土壤消毒，可以加大电流到 1~3A，电压控制在 380V 上下；电流经过湿润土壤，在正极与负极间构成电流通道，使电流所及范围内的菌类几乎全部杀死（含有益菌），根结线虫等害虫也死亡殆尽。这种处理正负极距离 2~6m，十分钟到二十分钟每次处理时间。电流同时释放出（电离出）土壤中被固定的磷、钾肥料及微量、痕量元素（多年化肥使用未被吸收利用完全），故一次电处理肥料相当于施肥一次。

⑦电处理还可以使盐碱土壤中的可溶性盐分集中在两个电极附近，利于附近地块降低盐分，使盐碱地作物生长成为可能。

⑧在空间电场环境下，草莓、番茄、瓜类等新鲜蔬菜、水果明显储存期变长（一般延长一周），口感得到改善，利于延迟供货，提升效益。

7 自制肥料、杀虫剂、杀菌剂

7.1 酵素制作与使用

酵素菌是乳酸菌、酵母菌、放线菌不同比例混合形成的有益菌群，根据种类比例不同，菌株不同，形成多种目的不同的有益菌群。

7.2 昆虫制肥与使用

①昆虫尸体经过酵素菌充分发酵，会形成小分子链蛋白肥，利于根系吸收，也可以使叶片有少量吸收。

②由昆虫分解而来的蛋白肥具有很强的驱虫效果。

7.3 焦油类物质的作用与制作

以上两类物质都对植物害虫、病害有很强的抗性、趋避性；对植物病菌（含真菌、细菌）都有广谱抗性与杀灭性；尤其以木焦油效果最好。

8 风能、太阳能在园区中的作用

设备投入（4200m^2 犸徐大棚，30kW 设定功率）：

①发电设备中储存电能设备较贵。电能储备设备上与不上要根据投入情况来确定。

②冬季以风能利用率较高，发出的电直接用于温室电加热即可，尤其是风比较大的内蒙古、新疆北疆等地。

③夏季光能发电利用率较高，主要用于温室降温增湿。

④风能发电的设备可简可繁，一套 10kW 的简易发电设备大约 1 万元，也就是说 3 套风能约 3 万元设备即可满足 4200m^2 犸徐棚冬季用电，使用期十年以上。太阳能发电系统大约 1000 元 /kW，占地 15~20m^2；30kW 需要 3 万元上下设备投入，占地 1 亩上下，设备投入与风能投入相当，但是光能设备维护费用要高于风能系统一倍以上。

也就是说，一栋 4200m^2 犸徐结构棚配备 6 万元上下的风能、太阳能发电系统，就可以低成本使用电力；发电成本在 0.15 元以下每度电。

⑤园区的电网电价在 0.3 元 / 度以内，不建议使用风能 / 太阳能设施。

9. 园区土壤改良与优化

9.1 昆虫粪便的应用——快速提升土壤有机质

①蚯蚓粪、蛴螬粪等都是优质有机肥，尤其是粪便中含有的昆虫肠道微生物菌群。

②昆虫粪便中的有机质，是与土壤腐殖质中的多种成分十分相似甚至相同，蚯蚓粪中腐殖酸含量 20%~40%；这也是提升土壤腐殖质含量的直接、快速办法。

③以蚯蚓粪为例，亩使用 5 吨蚯蚓粪，一年春秋两次，次年耕作层土壤腐殖质含量提升到 3%~4%，而对照没有使用蚯蚓粪的，腐殖质含量 0.2%~0.3%，上升 10 倍以上。

9.2 电处理对土壤改良的重要作用

①大电流（1~10A）通过湿润土壤，尤其是含饱和水分的土壤，可以杀死土壤中各类微生物（含有益微生物）、螨虫、根结线虫等，20min~1h 的电处理后，空气中的放线菌或人为补充的有益菌会在土壤中快速繁殖并占据主导菌群，作物根系活力增强，病害下降。

②这个电流强度对作物本身没有危害，可以在作物生长阶段进行处理。

9.3 附

300 亩全生态循环农业标准流程图（图 1）、设计图（图 2）与效益分析如下所示。

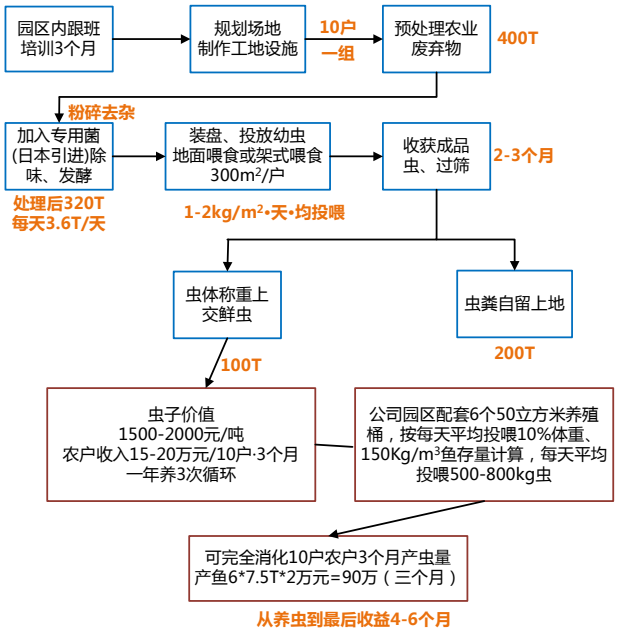

图 1 全生态循环农业标准流程图

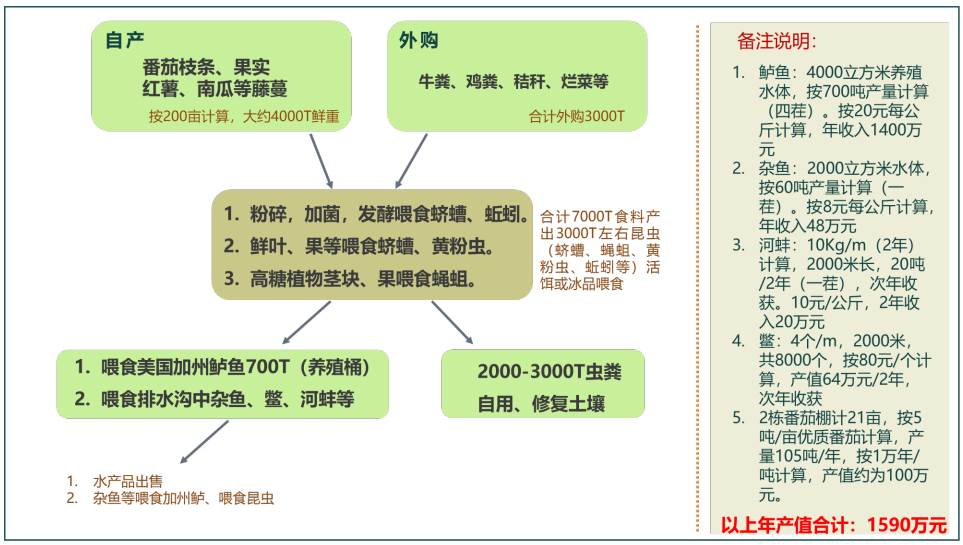

图 2 全生态循环农业标准设计图

固定资产投资：3500 万元

——含双层钢构棚体、地下蓄能、膜材、砼基础。

①年运营成本：612 万元。

②年收入：

美国加州鲈鱼 + 番茄 =1600 万元。

杂鱼（鲤鱼、草鱼、鲶鱼等）（30kg/m × 2000m 渠 =60t）按 5000 元 /t，收入 30 万元）。

鳖：4 个 / 米，2000 米产 8000 只，按 150 元 / 只，收入 120 万元。

小计：1750 万元。

⑰投资回报率：

年收入 1750 万元 - 运营成本 612 万元 = 年收入 1138 万元。

1138 万元 /3500 万元固定投入 =32.5%。

参考文献

[1] Hazarika A K, Kalita U. Human consumption of insects[J]. Science, 2023,379(6628):140-141.

[2] Van Huis A, Gasco L.Insects as feed for livestock production[J]. Science,2023,379(6628):138-139.

[3] Wang,Sangwan,HY,et al.The antibiotic resistome of swine manure is significantly altered by association with the Musca domestica larvae gut microbiome[J].ISME J, 2017,2017,11(1)(-):100-111.