

山西旱地农业高效持续发展模式研究*

籍增顺

孙景桐

(山西省农业科学院农业资源综合考察研究所 太原 030006) (山西省农业科学院 太原 030006)

摘要 经4年科技攻关研究,建立起3套旱地农业高效持续发展模式,即种养结合良性循环模式,其土地生产率较单作玉米高49.7%,绵羊当年育肥羔羊的屠宰率、净肉率分别较对照组高3.0%和1.4%,应用增肉剂每只羔羊115d总增重11.3kg,较对照组日增重增加14.1%,改良草地产草量可达1.2~1.44万kg/hm²;甘薯-加工-养殖产业化发展模式,其正常年份产鲜薯7.5万kg/hm²以上,生产的淀粉地膜可降低覆膜成本27.9%,研制了甘薯低糖脯,研制的即食粉丝增值率在10倍左右;与现行的清耕果园相比,旱地生态果园双向控制模式0~60cm土层土壤含水量高3.1%,0~40cm土层土壤有机质含量高1.7g/kg,速效钾每g土高0.091mg,4年后土壤容重降低0.20g/cm³,天敌数量超过3倍,害虫减少95%,果实发病率减少80%以上,平均1级果品产量2.7万kg/hm²,增加纯收入1338元/hm²。

关键词 旱地农业 持续发展 模式

High efficiency and sustainable development models in Shanxi dryland agriculture regions. Ji Zeng-Shun (Institute of Comprehensive Survey in Agricultural Resources, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030006), SUN Jing-Tong (Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030006), *CJEA*, 2002, 10(1):97~100

Abstract Dryland agriculture plays an important role in developing Shanxi local economy. Base on resource characteristics of dryland regions, three kinds of sustainable development models in Shanxi dryland agriculture regions are established: (i) the good cycling model of combining farming with raising animals; its land productivity is increased by 49.7% compared with sole maize production system, a lamb gross weight increased by 11.3kg after 115 days, 14.1% more than that under traditional management. Grass output of slope is 12000~14400kg/hm². (ii) Model of sweet potato-processing-raising animals; its sweet potato yield is more than 75000kg/hm², cost of starch film is lower 27.9% than PVC film, two kinds of sweet potato products are produced, the value of producing starch noodle is 10 times sweet potato. (iii) Eco-orchard model with double-way controlling soil water; compared with the clearing orchard, soil water content of 0~60cm depth in eco-orchard is more 3.1%, organic matter content of 0~40cm soil depth is 1.7g/kg higher, exchangeable potassium is more than 0.091mg/g soil. Four years after, the soil density decreases by 0.20g/cm³, number of pests enemy is more than 3 times, pests decrease by 95%, fruit diseases decrease by 80%, first grade fruit yield is 27000kg/hm², net income increases by 1338 yuan/hm².

Key words Dryland agriculture, Sustainable development, Model

山西省旱地占该省总耕地面积的74%,但旱地粮食产量仅占该省总产量的35.6%,农林牧渔总产值占该省的41.9%,旱地农业在该省经济发展中占据重要地位,但从目前农业生产水平看,其资源优势与贡献极不相称。为此,从1994年开始开展了旱地农业高效持续发展模式研究,建立了适合旱作农业区资源经济特点的种养加结合产业化发展模式,并取得了显著的生态与经济效益。

1 种养结合良性循环模式

种养结合良性循环模式技术结构见图1,其技术要点一是推行粮食饲料1年两熟种植制度,提高粮食与饲草产量。建立合理的种植制度是高效利用农业自然资源的基础,我国北方旱地农业地区现多实行1年一作休闲种植制,越冬作物种植区夏季休闲90~120d,该期间土壤耗水占全年总降水量的25%;春播作物种植区冬季休闲200d左右,此期间土壤耗水占全年总降水量的27%,休闲期内采取耕作、覆盖等地面保水措施仅在一定程度上减少土壤水分散失,如冬闲田在常规耕作条件下蒸发消耗占同期降水的92.1%,覆盖地膜

* 山西省科委资助项目“山西旱地农业高效可持续发展研究”部分研究内容

收稿日期:2000-05-18 改回日期:2000-07-13

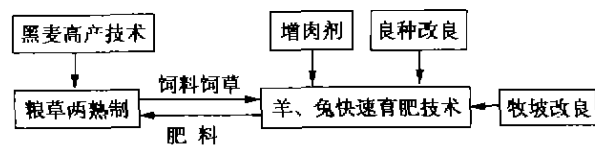


图1 种养结合良性循环模式

Fig. 1 Cycling model of combining farming with raising animals

收获期测定0~2m土体平均含水量复播田为9.2%，休闲田为10.2%，基本相同，表明复播田一般年份不会影响下茬作物播种。夏闲期复播填闲作物能显著提高土地生产率和降水利用率，小麦复播玉米土地生产率较单作小麦高21%，水分利用效率高0.26%。复播玉米、子粒苋可使下茬小麦减产8.2%和6.6%，复播大豆可使小麦增产1.6%，表明只要选择适当作物，不会对下茬作物产量有较大影响。第2套种植制度以冬黑麦为填闲作物，收获后复播秋收作物。试验研究表明，复播较休闲田多耗水101.5mm，0~20cm土层土壤含水量低3.6%。提前收割牧草可显著减少土壤耗水量，4月12日收割黑麦，复播田0~20cm土层土壤含水量为12.3%，休闲田为14.8%，土地生产率较单作玉米高49.7%。半干旱地区只要热量条件允许以冬季复播牧草为好，其鲜草产量一般可达1.95~3.75万kg/hm²。黑麦配套栽培技术要点为选用“冬牧70”黑麦品种，最佳播期9月22日，播种量225kg/hm²，4月10~15日收割，施纯N 80kg/hm²，P₂O₅ 80kg/hm²。二是引进良种改良本地羊、兔。根据半干旱地区夏季牧草丰盛、冬春饲草短缺的特点，本研究提出羔羊当年育肥饲养管理模式，其内容包括改良良种，引进无角“陶赛特”、“萨福克”等国外肉用羊高产品种，与本地羊杂交改良。试验结果表明，杂种羊4月龄体重可达19.9kg，较本地羊高32.7%，10月龄体重32.3kg，较本地羊高39.2%；“放牧+补饲”育肥模式，夏季归牧后补饲全价配合饲料，120~150日龄羔羊每天补饲100g，150~210日龄补饲125g，210~250日龄补饲150g，250~270日龄补饲250g。采用该模式125d羔羊总增重11.28kg，日均增重98.1g，较单纯放牧模式总增重4.32kg，日均增重37.6g。以产冬羔为适，在10月份入冬前以体重30~35kg屠宰为宜，辅之以其他配套技术如剪毛、药洗、驱虫、环境控制等。绵羊9月龄体重28~30kg，10月龄体重31~35kg，日均增重可达100g以上，当年育肥羔羊屠宰率47.2%，净肉率为37.2%，分别较对照组高3.0%和1.4%，补饲饲料与活体增重比为1.6~1.7:1，投入产出比为1:3。三是应用增肉剂和“放牧+补饲”快速育肥技术，提高饲料报酬和出栏率。根据羊、兔生理代谢特点及营养需求，设计出2种肉羊饲料添加剂和3种肉兔饲料添加剂并进行饲养试验观察。肉羊增肉剂以添加微量元素为主，试验表明添加增肉剂Ⅱ号115d后每只羊总增重11.3kg，日均增重98.3g，投入产出比为1:31，较对照组日增重增加14.1%；增肉剂配方为“微量元素+抗球虫药物+生长促进剂+香味剂”的肉兔增肉剂Ⅱ号饲养肉兔35d后总增重较对照组高149.3g，日增重较对照高4.3g，增长幅度为21.0%，料肉比为2.9:1，对照组为3.5:1。生产示范结果表明，添加肉兔增肉剂Ⅱ号可提高幼兔成活率10%左右，3月龄体重提高14%~20%。四是人工种草与草地改良结合，增加产草量，奠定畜牧业发展的基础。经连续3年试验，本研究初步形成了1套由4个单项技术组成的完整人工种草与草地改良技术体系，包括草种筛选，引种牧草品种54个，经连续2年试验评选出11个抗旱性好、生长速度快、产草量高、适合在旱地种植的优良草种，其中菊科牧草“菊苣”单产最高，鲜草产量达7.798万kg/hm²，豆科牧草“沙打旺”、“红豆草”次之，分别为6.155万kg/hm²和3.030万kg/hm²，“保定苜蓿”、“雷西斯苜蓿”、“苏联1号苜蓿”、“晋南苜蓿”、“秘鲁苜蓿”鲜草产量为2.970~2.162万kg/hm²，禾本科牧草“杜康雀麦”、“林肯无芒雀麦”鲜草产量为2.557~2.023万kg/hm²；种草方式，坡度10°左右的缓坡地与弃耕地采用完全翻耕种草方式，秋整地、春播种，阴坡种植苜蓿，阳坡种植红豆草，该类草地第2年盖度可达100%，草高60~80cm，鲜草产量3.75万kg/hm²，对>15°的陡坡草地采用等高条带种草方式，第1年沿等高线挖修0.8~1.0m宽反坡式条带，带距1.0~1.5m，地形破碎的可挖鱼鳞坑翌年春季播种，阳坡以“沙打旺”为主，阴坡以苜蓿为主，也可与胡枝子、柠条混播，播后禁牧半年，该类草地翌年盖度为85.2%，鲜草产量1.845万kg/hm²，在降水较多区域或土层较厚山区可于雨季直接撒播种草，草种以“沙打旺”为主，播种后翌年植被盖度79.8%，鲜草产量1.155万kg/hm²；牧草混播，试验表明豆科、禾本科牧草混播可显著提高牧草产量和质量，豆科、禾本科比例以2:1为佳，分别较单播豆科牧草增产7.3%，比单播禾本科牧草增产74.5%，混播牧草粗蛋白、粗脂肪含量分别较单播豆科牧草高0.33%和0.96%；抗旱播种技术，在干旱年份采用秸秆覆盖措施可解决荒坡草地干旱缺水、难以提苗问题，以小冠花为例，覆盖秸秆较裸地可

蒸发损失率仍达78.0%，资源浪费十分严重。为探索半干旱地区实行1年两熟种植制的可行性，本研究设计了冬小麦-夏播作物、越冬牧草-春播作物2套种植制度，第1套种植制度以复播玉米、大豆、谷子、子粒苋进行试验研究结果表明，冬小麦收获后复播填闲作物总耗水量为135.7mm，同期休闲田耗水107mm，复播比休闲田多耗水28.7mm。复播作物

提前 3d 出苗,出苗率提高 38%。该技术示范推广 200hm²,人工草地鲜草产量超过 3.75 万 kg/hm²,改良草地产草量 1.2~1.8 万 kg/hm²,牧草粗蛋白含量、粗脂肪含量、粗灰分含量分别较未改良草地高 8.3%、0.2% 和 2.1%、粗纤维含量降低 9.1%、此外还可减少地面径流 21.6%、减少土壤侵蚀量 26.3%。

2 甘薯-加工-养殖产业化发展模式

甘薯-加工-养殖产业化发展模式技术结构见图 2,其技术要点一是充分利用甘薯旱生适应性,实现种植业高产、稳产。试验研究表明,甘薯抗旱特性形成是由于其根系发达,吸收能力强,分布深度一般可达 170cm,沙质土壤中可达 240cm;体内胶体束缚水含量很高,在干旱条件下抗蒸腾、耐脱水性强;收获物为块根,整个生育期无明显水分敏感期,产量形成与积累受阶段性水分亏缺影响较小,故甘薯更具适应半干旱区降水时间分布不均的特征。旱地甘薯高产栽培技术由 4 部分组成,包括地膜覆盖,覆膜处理平均产量 6.837 万 kg/hm²,较裸地平栽增产 103.2%,覆盖方式以膜内双行覆盖表现最佳,分别比膜侧覆盖和膜内单行覆盖增产 52.1% 和 67.6%,采用地膜加秸秆双覆盖形式虽有一定增产效应,但不明显;间隔深松,经 3 个品种 2 种覆盖方式下试验证明,深松具有明显的增产作用,栽植后 44d 深松 1 次,平均产量 6.094 万 kg/hm²,较不深松增产 27.8%,44d 与 74d 深松 2 次,平均产量 6.879 万 kg/hm²,较不深松增产 44.2%;平衡施肥,经济施肥量为纯 N 150kg/hm²,P₂O₅ 105kg/hm²,K₂O 120kg/hm²,N:P₂O₅:K₂O 为 1:0.7:0.8;化学控制,喷洒“缩节胺”可抑制薯蔓旺长,促进薯块膨大,较对照增产 17.8%,喷洒时间以蔓长 70cm 左右为宜。

田间试验和生产示范结果表明,综合应用该项优化技术一般鲜薯可稳产 7.5 万 kg/hm² 以上,丰水年份和肥力较好地块可达 10.5 万 kg/hm²,鲜薯单价按 0.3 元/kg 估算,收入可达 3.15 万元/hm²。二是应用淀粉加工、粉渣配合饲料调制、淀粉变性、降解膜生产等技术,建立种养加良性循环产业链。针对当前聚乙烯地膜存在的污染和开发淀粉加工增值新途径问题,本研究将玉米淀粉化学修饰改性,使之与高分子聚合物有一定亲和力,再与聚乙烯混合在化学助剂条件下密炼融合,吹制成易降解的“淀粉-聚乙烯”地膜,其主要技术性能包括力学性能,膜的厚度 0.007~0.008mm,拉伸强度为 13.4mPa,伸长率 268%,分别较聚乙烯膜高 5.2% 和 168%、直角撕裂强度 425N/cm,比重 0.884g/cm³,分别较聚乙烯膜低 13.3% 和 15.2%,所有力学指标均达普通地膜现行标准,可完全满足使用要求;降解性能,光降解诱导期 40~60d,诱导期过后膜的力学性能基本消失,残留物进入土壤后可部分被土壤微生物分解,减少对土壤的污染;增产性能,经连续 3 年在 4 个区域试验,覆盖玉米、甘薯其增产效果与聚乙烯膜基本相同,覆盖蔬菜作物可较聚乙烯膜增产 6.9%~15.5%。该技术现已推广 130hm²,淀粉地膜的淀粉加入量 20% 以上,原材料成本较聚乙烯低 10%,由于比重较小,单位重量成膜面积较大,以 0.007mm 计算,成膜面积较聚乙烯大 17.9%,2 项合计可降低覆膜成本 27.9%。三是建立在甘薯及其淀粉产品加工业为龙头的产业群。为解决甘薯加工的出路问题,研制了低糖脯,针对低糖脯含糖量较低,产品饱满度、透明度及保藏性差的问题,设计筛选出新的工艺,并根据抑制氧化的原理,筛选出适合甘薯加工的护色剂,控制了甘薯加工过程中的非酶褐变和酶促褐变现象;添加亲水胶体,使产品更为饱满、透明而有光泽;添加电解质和亲水性物质,延长保质期。新研制的甘薯低糖脯有酸甜味型和怪味型 2 种,加工甘薯脯可较鲜薯增值 7.2 倍。传统的甘薯加工粉条和粉丝工艺产品外观褐暗,产品不卫生且质量不稳定、食用不方便。为此,本研究在传统工艺流程基础上增加了脱色、消毒、配料、真空包装的流程,增加破碎细度和筛孔目数,筛孔目数达 120 目,损失率降至 20% 以下;控制温度为 65~70℃,加水 30% 可使淀粉充分糊化,添加氯化钙等碱性物质可促进糊化;添加脱色剂 0.4%~0.8%,可增加产品白度 15.3 度,显著改变外观色泽。本项目在试验示范区投资 5 万元(包括设备、厂房等)建成了年加工 120~150t 的甘薯加工厂,增值率在 10 倍左右。

3 旱地生态果园双向控制模式

北方半干旱地区果品生产普遍单产低、品质差和效益不高,为解决该技术难题,试验研究以增加单位面

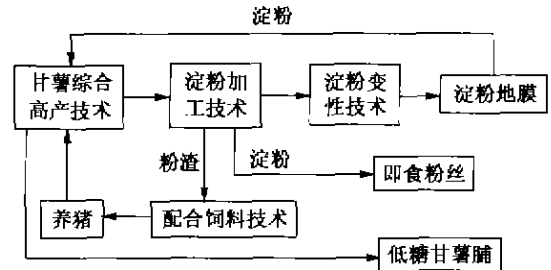


图2 甘薯-加工-养殖产业化发展模式

Fig 2 Model of sweet potato-processing-raising animals

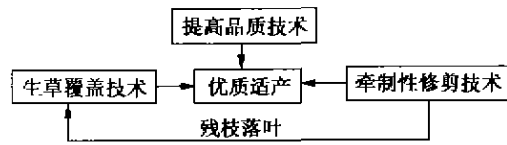


图3 旱地生态果园双向控制模式

Fig. 3 Eco-orchard with double-way controlling soil water

积产量、改善品质和提高效益为攻关目标,开展了构建旱地生态型果园技术体系的研究,其技术路线为营造果园草生植被,通过生草及其残体的覆盖作用,控制土壤水分无效蒸发,采用中密度树型和牵制性修剪技术,控制果实和枝叶数量,减少无效消耗。据此经在8个典型区域连续多年试验,研制开发出适合半干旱地区大面积推广的旱地果园双向控制栽培技术(见图3),其技术要点是营造自然草生植被,在天然杂草群落的基础上增播20%~30%苜蓿、百脉根等豆科绿肥,每年剪草5~7次,草被高度常年维持在15~

20cm,同时保留落叶、残草,增加覆盖度;控制树体和枝条数量,选用中密度树形,尽量减少骨干枝比例,将盛果期树体投影面积覆盖度控制在45%~50%,综合应用疏枝、摘心、扭枝、回缩、拿枝等技术,限制辅养枝数量和长度,控制辅养枝总量为60~75万条/hm²,有效功能叶片69万片/hm²左右;调节果实负载,按总有效叶片1/30~1/40控制果实数量,辅之以套袋、摘叶、转果、生理需水期补水等技术。该项技术可抑制水分蒸发,提高蒸腾效率,生草覆盖果园与现行的清耕果园相比,0~20cm土层土壤含水量高3.5%,20~40cm土层土壤高2.4%,40~60cm土层土壤高3.4%;果树叶片总蒸腾量降低42.6%~74.4%;果树根系集中分布区域由20~60cm土层变为20~80cm土层;单叶鲜物质量较对照高0.12g,叶绿素含量高0.37mg/g;0~40cm土层土壤有机质含量为12.8g/kg,较清耕果园(11.1g/kg)高1.7g/kg,全N高0.13g/kg,速效钾每g土高0.091mg;Fe、Ca、Zn含量显著高于清耕果园。连续4年覆盖生草土壤容重降低0.20g/cm³,土壤pH值由8.4降至8.1;草蛉、七星瓢虫等害虫天敌数量分别较清耕果园多3.7倍和2.6倍,蚜虫和蚜虫等害虫分别减少99.8%和94.7%;果实轮纹病和炭疽病发病率分别减少85.2%和76.8%;平均单果重为216.7g、平均果实直径为75.4mm,果肉可溶性固形物为15.2%、果皮花青苷总吸收度为0.974/cm²、平均1级果品产量2.7万kg/hm²;生草覆盖果园投入产出比为1:9.25,清耕除草果园为1:4.72,增加纯收入1338元/hm²。该项研究成果适宜在北方干旱农业区年均降水量450~550mm的地区推广,在山西省可推广45万hm²以上,且淀粉膜、低糖薯脯、即食粉丝和增肉剂等生产技术不受气候条件所限制。

参 考 文 献

- 1 刘杰,张福锁等.农林牧复合生态经济系统在农业可持续发展中的地位与作用.生态农业研究,1998,6(1):52~56
- 2 赵荣华,黄明镜等.旱地谷子休闲期地膜覆盖茎秆效应研究.生态农业研究,1998,6(3):30~32
- 3 籍增顺.旱地农业持续发展技术研究.生态农业研究,1999,7(1):47~49
- 4 王庆锁,张玉发等.苜蓿-作物轮作研究.生态农业研究,1999,7(3):35~38
- 5 黄占斌.干湿变化与作物补偿效应规律研究.生态农业研究,2000,8(1):30~33
- 6 张丁丁,柳英昆等.生态农业产业化浅析.生态农业研究,2000,8(2):93~96