

高寒半干旱区农牧业 持续发展理论与实践

GAOHAN BANGANHAN QU NONGMUYE CHIXU FAZHAN LILUN YU SHIJIAN



刘树庆 刘玉华 张立峰 / 主编



气象出版社

编委(按姓氏笔画为序)

刘玉华 刘忠宽 刘树庆

闫贵龙 张立峰 张丽娟

杨福存 惠彦军 谢建治

前 言

高寒半干旱的冀西北高原,位于内蒙古牧区与华北农区交错地带,为我国北方旱区的一个特殊生态类型区。区域内经济发展滞后,人民生活贫困。粮食生产刚刚完成不稳定自给。本区气候干旱,低温多风;土壤贫瘠,砾砂粗骨;管理粗放,低投多求;牧场退化,草畜失调,人畜超载。面对自然与社会双重压力,合理开发区域农牧资源,不仅关系到人民脱贫致富奔小康,而且关系到社会稳定与持续发展。

国家十分重视对高寒半干旱区的科技投入,自“七五”以来针对区域农牧增长与农村经济发展,组织科技攻关与技术研究开发,取得了许多重要成果,对促进该区人民脱贫致富与社会进步起到了重要的推动作用。“九五”期间,河北农业大学、张家口农业高等专科学校主持,与中国农业科学院草原研究所、张家口坝上农科所共同承担了国家旱农重点科技攻关专题“高寒干旱区农牧业综合治理与适度开发技术体系(96—004—04—03)”,及河北省农业综合研究开发项目“高寒半干旱低投入农牧交错带农牧业持续增长技术研究(96220911D)”。针对冀西北高原农牧业生产中存在的关键问题,在张北县建立了试验示范区(简称张北试验区),有针对性地进行高寒半干旱区水土资源特征及其与作物生产关系、农牧资源综合治理、优势资源利用与开发技术及农业生产结构调整等四个方面的系统研究。在国家科技部、河北省科技厅的指导下,项目各承担单位及各级地方政府的大力支持下,张北试验区组织了40余名科技人员,以无私奉献、勤奋敬业的精神,克服了条件艰苦、资金紧缺等实际困难,团结协作、联合攻关,完成或超额完成了项目合同规定的各项研究指标,出色地完成了计划任务。项目的技术与成果推广,促进了农村经济发展,实现了区域农牧快速增产。

为了及时总结和交流项目研究成果,加速其转化为生产力,张北试验区组织科技人员撰写了《高寒半干旱区农牧业持续发展理论与实践》文集,文集汇编了张北试验区研究的最新成果,资料新颖,内容丰富,具有较强的理论与实践价值,对促进冀西北高原和北方旱区农牧资源合理利用、农村经济快速发展具有重要的参考价值。

鉴于编者水平所限,难免有不妥之处,敬请批评指正。

编 者

2001年4月

目 录

资源持续利用

高寒半干旱区旱地农业科技进步与展望——张北试验区科技攻关 15 年·····	张立峰(1)
干旱缺水地区农业发展策略·····	张立峰 魏义章(16)
国内外农田生产潜力研究综述·····	刘玉华(22)
国内外旱地水分集约利用技术·····	刘玉华 韩 宇 武瑞林 赵振林(28)
加速科技成果转化 促进农民增产增收·····	郭 明 杨晓玲 杨福存(34)
Itthink 在农业生产结构系统模拟中应用初探——以冀西北高寒半干旱区为例·····	·····
·····	陈建伟 黄亚丽(38)
农业水资源综述·····	吕红毡 武瑞林 韩 宇 赵振林(43)

农田培肥保护

国内外作物轮作倒茬效应研究进展·····	刘玉华(48)
根际土壤酶活性研究新进展·····	刘树庆(53)
砂质栗钙土农田箭筈豌豆与燕麦轮作氮素平衡状况·····	刘玉华 张立峰 边秀举(61)
高寒半干旱区砂壤质栗钙土客土培肥改造技术研究·····	·····
·····	谢建治 李晓丽 王丽敏 王殿武 高如泰 文宏达(64)
不同有机物料在栗钙土中的腐解及土壤有机质平衡预测·····	·····
·····	张丽娟 李彦慧 刘树庆 张金柱 宋 珍(67)
旱地栗钙土长期定位培肥对根际土壤酶活性的影响·····	程东娟 刘树庆 李新波(74)

农牧协调发展

冀西北坝上高原饲草资源现状和秸秆利用研究进展·····	闫贵龙 孔祥浩 张建云(79)
秸秆补氮碱化处理的适宜碱剂量优选·····	·····
·····	闫贵龙 闫守峰 岳春旺 曹春梅 王瑞栋 张丽云(83)
补氮碱化处理小麦秸对河北细毛羊生长的影响·····	·····
·····	闫贵龙 岳春旺 李向东 陈玉芳 褚海义 田树飞(90)
高效提高秸秆粗蛋白含量研究·····	闫贵龙 闫早婴 靳玲品 李秀花 曹春梅(95)
冀西北坝上地区旱砂地人工种草技术探讨·····	惠彦军 韩 宇 武瑞林 赵振林(99)
冀西北坝上高原退耕还草的经济可行性分析·····	孙新章 张新民 张立峰(102)

高产高效技术

温度对大白萝卜抽薹性状影响及其在生产上的应用·····	杨福存(106)
试论“订单蔬菜”的喜忧与对策·····	杨福存(110)

华北地区蔬菜市场时序供应规律的研究..... 刘忠宽 杨福存 张立峰(114)

冀西北高寒半干旱区旱地油葵覆膜栽培效应..... 黄亚丽 张立峰(117)

试论坝上寒旱区大白菜软腐病发生的特点与防治措施
..... 杨向东 杨晓玲 杨福存(122)

资源持续利用

高寒半干旱区旱地农业科技进步与展望

——张北试验区科技攻关 15 年

张立峰

(河北农业大学,保定 071001)

摘 要 本文回顾了国家与河北省农业科技攻关项目张北试验区 15 年来科技创新的背景、路线与取得的科技成果;总结了试验区通过科学技术,实现河北省坝上贫困落后地区低投入、高效益市场农业启动,促进农民快速脱贫致富的经验。文章进一步讨论了坝上地区农业科技发展成败之原委,并提出了区域未来科技进步的方向。

关键词 科技进步 农牧生产 农业经济 高寒半干旱区

我国农业自 1978 年落实农村承包责任制以来,取得了令世人瞩目的成就,科学技术起了重要的生产力促进作用。同样,在近 20 年里,位于我国北方高寒半干旱区的河北省坝上地区农业生产经历了从广种薄收到增投高产、从靠雨种植到补水稳产、从自给经营到商品生产的革命性变革,农民生活完成了从极度贫困到粮油自给、迈向小康的跨越,农村社会经济正在打破本区自农耕以来长期封闭生产的格局,开始了面向华北、华南,走向世界的开放式农业生产过程。科技进步在探索坝上地区农业发展方向、提高区域资源利用效率、促进农村经济的开放运行以及转变农民思想、改进生活方式、实现农牧生产与社会经济的高级化进程等方面起了重要的启动作用。坝上地区农业发展的成就,凝聚着农业科技人员的辛劳与智慧及各级政府的有效组织与广大民众的积极劳动。在这其中,张北试验区自“七五”至“九五”15 年来的旱农业科技攻关成果,对推动坝上地区农业科技进步做出了突出贡献。总结这一重要农业转折时期的科技创新路线与规律,对于昭示区域农牧生产的科技未来以及促进社会经济的可持续发展将不无裨益。

1 坝上地区农业生产的基本背景

河北省坝上地区指张家口、丰宁、围场以北地区,是内蒙古高原的一部分。全区土地面积 1.73 万 km^2 ,占全省土地面积的近 1/10。区域农、牧、林用地约 150 万 hm^2 ,占总土地面积的 85%,高于全省比例。其中受人影响强烈的土地,农田 72.7 万 hm^2 ,草地(主要为牧场) 51.3 万 hm^2 。坝上地区人口 110.7 万人。

坝上土地一向为蒙民游牧利用,成型农作至今不过百年。苛刻的生境与落后的社会经济基础使该区域以粮、草、畜产量为目标的传统农业,在人口快速增长的压力下难以为继。

1.1 生态背景

1.1.1 高寒干旱,水源限制

坝上属中纬度区,但受其陡起的地势及处于夏季东南季风尾闾区的地理影响,区域低温少雨。坝上地区海拔 1000~1700m,年平均气温 1~3℃,降水量 350~450mm,干燥度 2.0~2.3,属半干旱-半干旱偏旱气候带。低温决定了植被短季和低生物量;少雨及降水量宽幅波动决定了植被低生产量及生产的不稳定性。高寒干旱成为坝上地区植被与生境演替的特征性制约因素。

1.1.2 土瘠地薄,滩梁相间

坝上地区土壤以玄武岩、花岗岩及其他岩石风化而成的残积、坡积体为主,形成波状高原地貌。由于成土作用弱,土层浅薄,粗骨贫瘠。土层厚度一般 20~60cm,耕层含砾 13%~21%,土壤全氮 0.08%~0.15%,有效磷 1.5~6mg/kg,有限水、养贮量与容量的土壤库,直接制约着区域植被生产力。由于长期风水侵蚀,发育了岗梁砂质栗钙土与洼滩壤质草甸栗钙土两类不同质地、水、养、温特性不同的地貌单元,成为微域植被多样性生产的地学基础。

1.1.3 风暴频繁,土蚀强烈

坝上地处北方季风主风道,特别是冬春季节,受蒙古高压天气系统控制,加之区域地势高亢,下垫面平缓与少有植被,大风频繁,土壤强烈侵蚀。坝上地区年平均风速 4.5~5.0m/s,春季大风日数超过 60d,风蚀模数高达 3000t/km²。土壤风蚀导致本区土地沙漠化,所形成的沙尘暴直接危及下风地区生态安全与社会经济发展。多风是坝上生态系统脆弱的重要自然动因。

1.1.4 干草植被,生物量低

在坝上低温少雨条件下,形成了以针茅-羊草群落为顶极的典型干草草原系统,加之区域成土作用弱,植被生物量低,多样性差,抗扰力弱。坝上地区天然优质草场生产量只有 3750~4500kg/(hm²·a),该自然草原系统农业化后,将演替为以喜凉短季作物为特征的前顶极群落,或以灌丛、稀树草原为特征的后顶极群落。人工辅助能的投入将是农业生态系统可持续运行的社会动因。

1.2 生产背景

1.2.1 广种薄收

坝上自清光绪年后放垦至解放初,耕地面积发展到 40 万 hm²,约占全区土地面积的 23.1%。解放后,为满足日益增长的粮食需求,缓解人口压力,坝上曾进行了 3 次有组织、有计划的大规模垦殖活动,到 20 世纪 70 年代末,垦殖率达到高峰,全区种植业用地 79.9 万 hm²,占总土地面积的 46.2%。只有垦殖、疏于保护的土地利用,使土壤肥力下降,作物产量低下,土壤有机质张北县 1960 年为 3.65%,1978 年降为 2.21%,1989 年为 1.5%;作物单产坝上四县 50 年代平均为 649.5kg/hm²,60 年代为 673.5kg/hm²,70 年代降为 528.0kg/hm²。耕地生产力持续退化。

1.2.2 传统技术,粗放经营

粮食供求一直是坝上地区的主要矛盾。农业生产条件由于区域民众财力薄弱未有明显改观。至 20 世纪 80 年代,坝上机耕比例只有 7%,补水地面积 3%,耕地化肥养分施用量 4.5~6.0kg/hm²,农田氮素年耗亏 2.1~2.7kg/hm²。草场只放不养,盖度由 90%降到 44%,载畜能力由 6.75 个羊单位/hm²降为 0.12 个羊单位/hm²。长期以人畜力投入为传统的传统技术,使生产资源耗竭,是农业生产系统退化的根本原因。

1.2.3 自给生产

坝上地区为农、牧生产结构,以春小麦、莜麦、马铃薯、亚麻等喜凉短季粮油作物,与牛、羊、兔、猪等草食家畜为结构特征。粮油产品绝大多数自给消耗,家畜以转化牧草及无价或低值作物主副产品为主,大部分做商品售出。至1991~1995年坝上地区年人均占有粮只有306.8kg,人均可消费粮200.9kg,只有全国农民平均消费水平的77%。粮食自足生产一直是坝上地区农业与社会经济发展的“瓶颈”。

1.3 社会经济背景

1.3.1 土地超载

坝上地区目前人口密度为每平方公里60~80人,超过国际资源人口承载力标准中半干旱地区人口密度每平方公里20~25人的1.4~3.0倍;坝上4县畜群存栏量320万个羊单位,超过地区理论载畜量的1/3。在坝上这样生境苛刻、资源匮乏的地区,进行如此高强度的农牧业生产,这完全是由我国国情所决定的。在这块超载的土地上,我们不仅要更加高效地利用水、土、气候等资源提高农牧业生产力,而且要改善脆弱的生态环境,以求得区域社会经济的可持续发展,这是坝上地区农牧业生产的基本社会背景。

1.3.2 系统封闭

坝上地区长期粮油自给但不能自足的生产,使其农业经济一直处于封闭运行状态。畜牧业受制于草场面积及作物产量不能取得规模效益,而难以启动开放农业。再加上该区地处军事要塞,社会与经济的对外开放迟缓;周边无明显的经济增长带及缺乏外向型的产业拉动。封闭的农村社会经济系统无力吸收现代社会所创造的各种人工辅助能投入,系统增熵演化。

1.3.3 经济贫困

坝上自解放至今,农业生产仍没有完成稳定的自给自足的第一社会职能,而成为距国家首都最近、最为贫困的地区。“七五”、“八五”期间坝上4县农民年人均纯收入分别为187.3和457.3元,只有全国农民平均收入的28.0%和43.9%。农民积累或政府扶持所增加的粮食被再一次吃掉,难以有效积累扩大再生产的能量。

2 张北试验区的科技攻关任务与科技创新成果

2.1 张北试验区的科技攻关任务

自落实农村生产责任制至1984年,我国东南部生产条件较好的地区首先完成了自给自足生产,并相继启动了市场农业。而东北、华北、西北以水资源限制为特征的北方半干旱-半湿润偏旱地区,农牧业生产举步维艰。为此,国家科技部(原国家科委)自“七五”在国家攻关农业区域治理项目中设立了北方旱地农业研究课题,并在张家口市张北县建立试验区,简称张北试验区。张北试验区作为国家重点科技攻关北方旱农课题的一个专题,代表着河北省坝上地区、山西省雁北地区及内蒙古中段南部的480万 hm^2 丘陵山地半干旱农牧林区。该区耕地面积约160万 hm^2 ,草地133.3万 hm^2 ,人口380余万。其技术辐射范围为冀、晋、内蒙古长城沿线广大的高寒半干旱农牧交错带,总土地面积约1000万 hm^2 。河北省科技厅(原河北省科委)同时将张北试验区列入了河北省农业综合研究开发计划。

按照国家与河北省攻关试区的要求,张北试验区攻关的基本目标是:针对高寒半干旱区农牧业生产与农村经济发展所面临的关键技术问题,组织多学科力量,进行联合攻关,所创新的技术直接为生产服务,并相应建立科技先导型的综合示范样板。张北试验区自“七五”至“九

五”,先后有张家口农业高等专科学校、河北农业大学、中国农业科学院草原研究所、张家口坝上农科所及张北县人民政府等单位主持承担。15年来共完成农、草、畜、经等方面科技成果21项,为坝上地区提高粮油自给水平、快速发展农村经济、促进脱贫致富提供了重要技术支撑。

2.2 张北试验区“七五”攻关科技创新

2.2.1 攻关任务

专题名称:河北省张北旱地试验区农牧结合、农林牧综合发展技术体系研究。

针对坝上半干旱区,畸农畸牧,农业生产极不稳定,粮油自给水平低下,土壤肥力耗竭的生产状况,重点研究合理开发利用农业自然资源,实现农、林、牧综合发展,显著提高粮油自给水平与经济效益,逐步改善生态环境的农业生产结构和综合增产技术体系。分3个主要研究方面:

(1)坝上地区综合发展战略研究。以试区为中心,明确坝上地区农业发展的方向和重点,提出综合发展的战略目标、调整产业结构的措施及实施步骤和建立优势产品基地方案。

(2)农、牧结合,农、林、牧综合发展的优化模式研究。提出适应当地农业自然资源和社会经济条件,具有明显经济效益并有利于改善生态环境的农业经济生态结构。

(3)建立粮、经、饲结合,农、林、牧综合发展的配套技术体系。研究粮、经、饲作物技术体系与合理布局,林、草、农结合的生态结构,合理畜群结构和配套技术。

攻关技术经济指标:建立起粮、经、饲作物集约经营技术体系与合理结构,形成亚麻、马铃薯商品基地。粮食平均单产比“六五”提高40%。并建立有特色和高效益的畜禽生产体系及畜群结构,形成肉兔、细毛羊、蛋鸡商品基地。试验区人均产值比“六五”增加50%以上,林草覆盖率达到60%~70%,生态环境得到初步改善。

2.2.2 科技创新

“七五”期间,张北试验区基于坝上封闭生态经济系统的基本背景,以调整农业生产结构适应多变的气候与低投入的社会经济条件,提高农业资源利用率为中心,取得了系列创新性成果,揭开了坝上地区旱农科技的崭新篇章。

(1)提出了坝上地区农业生产结构调整的战略与方向。对坝上地区农业生产综合分析,将农业系统分为三单元四层次,即:农、牧、林三个单元,土壤、作物与牧草、畜禽、农村加工业四个层次。提出以农—草—畜为中心,快速遏制土壤养分耗损生产态势,实现“防护型林业、自给型农业、商品型牧业”的良性循环农业生态系统。研究提出农、牧、林用地结构由1985年的29.7:44.3:24调整为26.1:49.9:24。将退化农田用以发展青贮玉米、胡萝卜等饲料饲草作物,促进畜牧业发展。

(2)明确了坝上地区不同作物及畜种的能量产投效果。不同畜种间精饲料消耗以猪最高,后依次是鸡、兔、大牲畜、羊。能量转化效率猪为17.9%~18.2%,其次是鸡4.0%~4.1%,羊2.1%~2.3%,兔1.7%~2.1%,大牲畜最低,为0.7%~1.0%。研究提出,在坝上粮食不能自足条件下,应以小型草食动物羊、兔为主,兼养猪、鸡,“以机代畜”压缩役用马骡。不同作物间投入能量马铃薯>春小麦>蚕豆>豌豆>胡萝卜>苜蓿>亚麻,而能量产投比变化在1.06~3.19之间,胡萝卜最高,其后依次是蚕豆、春小麦、豌豆、马铃薯、苜蓿、亚麻。马铃薯与胡萝卜等收获地下器官作物,具有较强的抗旱性,稳产高产。发展豆科作物及高产作物特别是豌豆及春小麦,实行“小麦下滩,豌豆上山”的作物布局调整是提高和稳定粮食产量的主要途径。

(3)提出了主要作物规范化栽培技术。根据坝上地区气候、土壤及农田水分运动特点,提出在坡梁地发展豌豆生产,采用适期早播、深播下种、重施磷肥为核心的“早、深、肥”三字作业法,在相同条件下,豌豆比当地苜蓿和春小麦增产2~3倍,土壤氮素耗亏状况得到显著改变。马铃

薯规范化栽培技术研究,总结出选用抗旱高产脱毒品种,采用株选早收留种、催芽晒种、合理施肥配套技术,马铃薯产量达 $22.5\text{t}/\text{hm}^2$ 以上。试验研究提出了莜麦单产 $1800\sim 2250\text{kg}/\text{hm}^2$ 规范化技术,即采用“品五号”“品六号”高产品种,在秋深耕基础上 5 月下旬适时播种,播量为 $135\text{kg}/\text{hm}^2$,配施 N 与 P_2O_5 分别为 60 与 $52.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 。主要作物高产技术为试验区及类型区作物增产提供了保证。

(4)筛选出人工种草适宜草种,促进了畜牧业发展。研究表明,坝上地区只有树立立草为业思想,才能从根本上解决区域单一的生产结构。经过田间试验,筛选出适于坡梁贫瘠地种植的草木樨、沙打旺;适于缓坡退耕地的紫花苜蓿、豌豆、箭筈豌豆、老芒麦、无根茎冰草及适于盐化滩地种植的青玉米、青莜麦等草种。提出建立一年生混播草地优良组合为“青莜麦+箭筈豌豆”,多年生牧草混播组合为“油菜+老芒麦(或披碱草、无根茎冰草)+紫花苜蓿(或草木樨)”。人工草地种植技术为上年秋翻、整地,次年 5 月中旬混播、松耙覆土和采用压槽镇压器镇压。人工草生产以及配合高寒区季节性肉兔生产综合技术,对缓解坝上地区草畜失衡状况提供了适用技术。

2.2.3 示范效果

在以小二台、德胜、兴隆为主的 0.2万 hm^2 中心试验区,通过调整农、林、牧结构,大力发展豌豆、马铃薯、春小麦等粮食作物,使粮食单产由“六五”的 $900\text{kg}/\text{hm}^2$ 增加到“七五”的 $1405.5\text{kg}/\text{hm}^2$,提高 56.2%;年人均占有粮由 183kg 提高到 351.5kg ;通过人工种草、青玉米等饲料作物生产,促进了以养羊为主的畜牧业发展。1989 年羊只饲养量达 5072 只,是 1985 年 1492 只的 3.4 倍。农牧业发展使试验区年人均纯收入达 575.5 元,比“六五”年人均收入 180 元提高了 219.7%,试验区豆作面积扩大,对缓解农田土壤氮素亏损,促进生产条件稳定发挥了重要作用。

“七五”技术成果在坝上诸县应用推广,1986~1989 年累计推广农作物增产技术 7.6万 hm^2 ,人工种草技术 2.6万 hm^2 ,累计新增纯收益 13528.3 万元。

2.3 张北试验区“八五”攻关科技创新

2.3.1 攻关任务

专题名称:冀西北高寒半干旱区农牧业持续发展综合研究(国家攻关项目);冀西北坝上半干旱高寒农牧区抗逆稳产农牧业持续发展综合技术体系研究(河北省农业综合研究开发项目)。

在“七五”明确了农牧结合、调整生产结构适应环境条件,稳定提高农牧生产力基础上,“八五”针对坝上地区生产潜力开发,以深入认识区域水、肥、土运行规律,引进辅助能人工主动调控“根-土”系统结构为中心,提高坝上半干旱区水资源生产力,达到粮油自足,发展季节畜牧业,实现草畜持续增长。分 3 个研究方面:

(1)水肥动态及合理调控途径。研究土壤水分动态及合理调控、节水灌溉、土壤养分动态与高效施肥、土壤培肥机理与途径,提出提高水分利用效率和高效施肥培肥的途径与技术。

(2)农牧业抗逆稳产技术系统研究。筛选主要作物抗旱高产品种,研究主要作物根系生长与分布规律,作物丰产栽培技术;建立粮豆一体化种植制度;研究保护耕作技术,提出强化人工草地建设的高产技术体系,建立以毛肉兼用羊为主的家畜高产育肥综合技术。

(3)农业生态经济系统优化决策技术研究。重点研究农村经济稳定协调发展的途径与模式。

攻关技术经济指标:建立冀西北高寒半干旱区抗逆稳产、农牧业综合发展技术体系。建成高产抗逆优化栽培样板 33.3hm^2 ,单产提高 60%,水分利用效率(WUE)提高到 $6.0\text{kg}/(\text{mm}\cdot\text{hm}^2)$,

氮肥利用率提高到 40%，试验区 666.7hm² 农田粮食单产比“七五”提高 25%，油料单产提高 100%，人均收入提高 30%，林草覆盖率提高到 55%。

2.3.2 科技创新

“八五”期间，张北试验区首次较系统地揭示了高寒半干旱区水、肥、土等环境资源的运行规律，在调控作物生育适应资源时空变异基础上，通过增加肥料投入，快速大幅度提高了作物产量，突破了坝上半干旱低投入区降水高效利用技术，展现了半干旱区第一性生产力的巨大潜力。以市场为导向，在发展季节畜牧业基础上，提出了一套坝上地区羊、兔高效生产技术。建成“高寒半干旱低投入区农牧业综合发展技术体系”。

(1)揭示了高寒半干旱区不同类型土壤水分周年时空动态规律与冻、融过程。滩地草甸栗钙土有比壤地栗钙土更强的持水与保水能力和相对差的水分作物有效性。区域降水时序分析表明，6月中旬为生长季内的稳定干旱期，该期大气与土壤干旱的叠加是影响区域早播作物生育与产量的主要因素。通过田间起垄覆膜，沟部集肥种植的“聚水集肥，带松茬种”保水少耕技术，构成冬春立茬覆盖与夏秋绿色植被的周年覆盖土壤生物保护体系，较传统耕作产量提高 26.4%~28.4%，WUE 提高了 14.8%~90.0%，并使土壤水分呈现正平衡。

(2)探明了高寒半干旱区农田土壤中化肥氮的去向及磷肥和土壤碳的动态转化规律。旱地草甸栗钙土农田残留氮素主要集中在 0~40cm 土层，一般没有淋溶损失。水肥耦合效应研究表明，肥料是苜蓿生产的主要限制因素，而养分元素效应氮大于磷。根据“土壤-肥料-作物”系统内养分的动态规律，提出了雨养旱作农田维护土壤氮、磷养分与有机质平衡的施肥临界值，为旱地低投入农田系统土地资源的可持续利用提供了理论与技术依据。氮磷比 1:0.6，氮磷施用量分别为 57.1 与 34.7kg/hm²，可维持苜蓿田土壤养分平衡并使产量提高 100%，每公斤养分平均增产苜蓿 12.5kg。氮磷与有机肥配施，苜蓿田降水利用效率高达 12.3kg/(mm·hm²)。

(3)从农田生态系统角度，揭示了作物根群发育动态规律以及根系分布与作物产量关系，提出了“根—肥—水”时空配置与共济运用理论与技术。采用根箱方法研究作物根系动态，明确了苜蓿生态后期持续发根的特性。依据坝上地区降水的时序分布规律，采取调整苜蓿播期使其生育盛期避开稳定干旱期，进一步配合追肥技术，使降水、供肥、发根等作物生产要素实现最优配置，发挥水、肥资源的生产潜力。推迟播期、趁雨追肥综合技术使旱地苜蓿经济产量提高 95.7%~297.8%，生物产量提高 128.5%~452.0%，总蛋白产量提高 103.8%~599.1%，实现了产量翻一番和翻两番，每公斤氮增产苜蓿 17~38kg。

(4)建立了以“油草混播”技术为特征的人工草地与农田秸草复合型饲料生产体系，从根本上扭转了饲料紧缺局面。采用一年生作物油菜籽与多年生豆禾牧草杂花苜蓿、老芒麦进行混播，种草当年除可生产 4000~5000kg/hm² 相当于自然草场 2.5~3.9 倍的生物量外，还可获得 466.5~541.5kg/hm² 油菜籽，其产值足以补偿种草费用，其后可连续 4~6 年收获高产多年生牧草。“油草混播”技术开创了坝上盐碱退化草场人工改良的新途径。依据坝上地区饲料饲草生产与市场需求，研究提出了以细毛羊毛、肉分流为主体的季节型高效畜群生产体系，使当年出栏率达到 80%，促进了草畜均衡增长。

2.3.3 示范效果

以增加化肥投入，调整氮、磷比例和建设人工草地的农草集约经营为突破，实现了中心示范区粮、草、畜综合发展，666.7hm² 农田“八五”期间粮食平均单产 1782kg/hm²，比“七五”增产 26.8%，年人均占有粮食达到 482.9kg；油料单产 6894kg/hm²，比“七五”提高 120.7%。在粮草大幅度增产下，“八五”平均畜牧业产值比“七五”平均增加了 41.9%，年人均收入达

930.5元,比“七五”增加61.7%。中心示范区基本实现了粮油自足、稳定脱贫。随着人工种草面积增加,草场盐碱退化得到有效遏制。

张北试验区“八五”技术成果在河北省坝上及内蒙古邻近县(旗)示范推广,1992~1994年累计应用农作物增产技术28.2万 hm^2 ,种草技术2.1万 hm^2 ,覆盖基础母羊172万只,基础母兔8.2万只。累计新增纯收益14896.6万元。

2.4 张北试验区“九五”攻关创新

2.4.1 攻关任务

专题名称:高寒半干旱区农牧综合治理与适度开发技术体系研究(国家攻关项目);高寒半干旱低投入农牧交错带农牧业持续增长技术体系研究(河北省农业综合研究开发项目)。

面对试验区已完成粮油自足和整个坝上地区进入脱贫攻坚阶段,类型区农牧业生产和农村经济发展急需启动市场农业的战略思想与关键技术。为此,张北试验区“九五”攻关目标确定为:针对高寒半干旱区早薄农田与退化草地,在突破水土资源高效利用、大幅度提高第一性产出基础上,配合畜群饲料高效利用与区域优势资源开发和产业化技术,快速增加农民收入,建成农牧结合、综合发展的科技先导型样板,促进类型区粮食自给和农、畜产品的社会有效供应。

(1)高寒半干旱区低投入农田持续、高产、高效农作制研究。重点突破低产旱地农田培肥改造与土壤水资源适度开发技术;旱作春小麦稳产高产技术及持续、高效作物轮作技术。

(2)高寒半干旱区草-畜持续增长技术研究。研究与突破高寒半干旱农牧交错带人工草地高产稳产技术体系;提高饲料利用率与转化率的饲料配合与饲养技术体系。

(3)优势资源产业化技术体系。重点突破高寒区蔬菜产业化技术体系;专用马铃薯开发利用技术及农业系统物质、能量、资金流运作与农业生产-经济结构调整技术。

2.4.2 科技创新

张北试验区“九五”攻关,系统研究了高寒半干旱区不同作物对温度、水分、施肥及土壤的生态适应性,采取选配与调控作物适应环境和改善生产条件适应作物需求技术,有效增强了作物生产的稳定性;进一步通过引进与发展具有市场优势的喜凉菜、薯生产,开发区域冷凉气候与浅层可更新水资源,快速启动了开放性的市场农业发展。配合盐碱与侵蚀退化土地混播草生产与作物秸秆化学处理等饲料开发技术创新,建成了“高寒半干旱区农牧综合治理与适度开发技术体系”。

(1)探明了高寒半干旱区不同类型农田土体水分蒸渗特征,明确了不同作物农田耗水与肥效反应特性。2m潜水位时,生长季草甸栗钙土潜蒸量120.8~166.0mm,而无渗漏,草甸栗钙土下卧沙构型与栗钙土则基本无潜蒸,一般年型渗漏0.5~0.9mm,丰水年达6.7~15.6mm。降水渗漏为区域补灌农作提供了的宝贵水资源。研究提出了晚熟作物有比早熟作物更好的降水适应性,以及产量潜力。不同作物间栗钙土农田生育期耗水量差异显著。极差达36.3~67.7mm,而生长季耗水量差别不大,土壤储水消耗只0.9~10.4mm。不同作物在草甸栗钙土农田肥料反应迟钝;栗钙土农田单位氮增产莜麦15.9>马铃薯9.4>春小麦8.9。

(2)明确了小麦、大白菜、白萝卜等喜凉作物在高寒半干旱区阶段发育的温度效应,提出了不同作物安全生产的温度界限值。明确了作物间时序配置的土地利用效应,以移植土地当量比作为作物合理倒茬的定量评价指标(LER_R)。研究表明,不同生态型小麦的低温敏感期在二棱末期。春性品种表现积温效应,随温度增高,穗分化时间缩短,完成穗分化需积温 507°C ;冬性品种表现低温效应,需积温 902°C 。冬型小麦早播、春型小麦晚播促进生殖阶段发育。大白菜、大萝卜的低温敏感期在播后15d内,低温迟钝型品种播后15d内日均温 12°C 仍不抽薹,半迟

钝型品种则需 15℃以上,敏感型品种需 19℃以上。

研究表明,不同茬口特性作物合理轮种的本质是通过偏利效应对偏害效应的超量补偿,实现作物间对土地资源的互补利用。土地当量比可作为年际间耕地资源不同作物配置利用效果的生物学综合评价指标。解决了长期以来轮作效果无公认统一比较标准的难题。

(3)确定了高寒半干旱区土壤肥力指标体系。提出了盐碱与退化草地混播种草植被恢复与贫瘠化农田客土及作物轮种地力恢复的农牧用地综合治理技术。对不同类型农田土壤肥力的决定因素系统分析表明,耕层土壤蔗糖酶活性、CEC、原土复合量、重组碳、速效磷、物理性粘粒、易氧化碳与速效氮以及亚土层物理性粘粒、土层厚度、 CaCO_3 含量等 11 项指标为坝上地区土壤肥力的决定因素。盐碱与退化草地通过混播人工种草,土壤 $>0.25\text{mm}$ 水稳性团聚体增加了 6.03 个百分点;1~100cm 土体含盐量降低 0.12~2.52g/kg;2 年生人工草地土壤根量与有机质增加 2.1 与 1.4 倍,速效氮增加 1.8 倍,生物量提高 219.1%~757.5%。采取客粘压沙技术,快速增加了砂质栗钙土粘粒含量,客土 120t/hm²,可使耕层土壤水稳性团聚体由 2.67% 提高到 6.20%,作物当年增产 10.8%。研究提出作物轮作可促进土壤养分均衡利用,倒茬莜麦年均耗亏土壤氮素 1.98g/kg,较莜麦平均年耗亏 5.52g/kg 减少 64.1%;豆→麦轮作氮素平均盈余为 0.4g/kg。轮作成为低投入区农田地力更新与恢复的重要技术。

(4)提出了高寒半干旱区发展喜凉蔬菜、开发冷凉气候资源及通过作物时空配置高效利用降水与潜水资源技术体系。试验区以引选春季抗低温不抽薹、夏季耐湿热抗病害的喜凉性大白菜、白萝卜、圆白菜等品种为突破,依据与华北市场的季节差价规律,形成了以不同感温特性的菜种与品种时序配合为基础,以“市场—品种—播期—栽培技术”为核心的坝上喜凉蔬菜高效生产技术体系。蔬菜产值达 35850~39150 元/hm²,是粮作生产的 8~11 倍。春小麦选用长生育期品种于滩地晚播,充分利用早春土壤储水与雨季降水,配合趁雨追肥,使春小麦产量达 4153.5kg/hm²,WUE 达 13.14kg/(mm·hm²)。白萝卜、大白菜、圆白菜于下湿滩地晚播,由降水与地下潜蒸水支持或地膜旱作生产,可满足蔬菜水分需求,地膜旱作大白菜生物产量可达 4737kg/hm²,WUE 达 26.7kg/(mm·hm²)。利用浅井适时补灌,保证了蔬菜高产稳产。

(5)提出了秸秆补氮碱化处理技术,实现了作物秸秆低投高效饲料开发利用。依据酸碱制剂及补氮复合处理对秸秆营养成分影响及其消化率与饲喂效果,提出了采用熟石灰 8%+尿素 2%处理禾本科作物秸秆的碱化补氮技术。使莜麦秸、小麦秸半纤维素分别降低 65.81%和 51.94%,每投入 1 个单位尿素可提高秸秆粗蛋白含量 2.37 个单位。饲喂河北细毛羊,小麦秸秆纤维素、半纤维素消化率比未处理秸秆分别提高了 33.35 和 41.86 个百分点,羊群采食量增加 40%,日增重提高 112.81%。

(6)提出了高寒半干旱区面向市场的抗逆高效作物生产优化结构。试验区经过对高寒半干旱区作物生产效果及其农牧生产活动的能量、资金产投效益分析,提出“经济作物突破、草畜跟进发展”的农业生产结构调整指导思想。并以坝上地区为对象,建立了在粮油自给基础上,面向市场发展优势作物生产的“麦薯豆菜”低投高效作物生产结构,及其以“小麦下滩、莜麦上梁”两麦布局调整为特征的作物高效配置技术体系。年人均占有粮食达 472.6kg 以上,经济效益提高 42.4%。

2.4.3 示范效果

五年来,通过喜凉蔬菜生产技术创新,启动了坝上地区市场农业发展,实现了区域经济发展的重大突破。中心示范区年人均纯收入达 2683 元,比 1995 年的 1070 元增长约 150%。农民收入的增长带动了粮、草、畜生产。“九五”末,中心示范区年人均占有粮食达到 698.7kg,牧业

产值占农业总产值比重保持了 30%。农民自发的以改善水土生产条件为特征的基本农田建设,标志着区域由适应农业向改造农业发展的质的跨越。

“九五”张北试验区攻关技术成果,结合《国家级科技成果重点推广计划》在坝上地区及邻近县(旗)进行大面积示范推广。1997~1999 年累计应用 68.1 万 hm^2 ,农牧业新增纯收益 3.31 亿元。喜凉蔬菜生产是部分地区的新兴优势产业。

3 张北试验区科技创新的经验

张北试验区连续 15 年科技攻关,在对坝上地区资源环境的科学认识,粮、经、草、畜等农业生物的高产、稳产技术创新,资源生产潜力的开发与可持续利用,以及探索区域农牧业生产与农村社会经济的发展道路等方面取得了巨大成就。试验区成果填补了高寒半干旱区水、肥、土基本运行规律的空白,低投入区土壤肥力可持续利用的施肥理论与技术,高寒半干旱区喜凉作物生态适应性及轮作倒茬技术研究达到了国际先进水平。一批粮、草、畜适用技术成果,大幅度提高了水、土、饲料等资源利用效率,为区域粮油自给与农民脱贫提供了主要技术支撑。以开发冷凉气候资源为特征的蔬菜生产技术创新,将坝上低温劣势转变成喜凉蔬菜生产优势,并进一步变为市场优势。首次快速度大规模地启动了区域市场农业发展,使坝上社会经济产生了划时代的进步。张北试验区科技创新基本经验有如下几方面。

3.1 面向生产,找准问题

试验区研究,其目标是针对类型区农牧业生产及农业经济发展的关键问题组织攻关,技术成果直接转化为生产力,“贵在综合,精在特色”的指导思想也要求在综合分析类型区制约农业发展各种因素的基础上,筛选出限制因子,集中力量,重点突破,以求“牵一发而动全身”。张北试验区三个五年计划中,分别依据类型区资源环境条件、民众需求、社会经济与政策环境现状,选定关键问题,确定攻关任务。“七五”期间,针对农业生产极不稳定问题,确定了调整农业生产结构,适应自然资源环境,实现稳产、高产的技术创新路线;“八五”期间,面向农业实现粮油自给,稳定脱贫的社会需求,设计了向坝上耗竭农业系统增加人工辅助能投入,提高水土资源利用率与利用效率,快速提高农作物与牧草产量的创新策略;“九五”期间,在毗邻的华北农区已成为商品粮基地,以及国家实行市场经济的背景下,试验区确定了依照市场经济的资源优化配置与比较优势生产原则,开发坝上地区冷凉气候资源,面向长城以南温热带市场,生产喜凉蔬菜的技术创新宗旨。三个五年计划,使张北试验区走上了调整系统结构稳产、高产,输入系统外辅助能快速增产,系统输入与输出并举,农业经济自动正反馈发展的三个循次递进的技术创新过程。

3.2 技术创新,实用高效

创新关键技术是试验区研究永恒的需求。把握试区研究技术创新的方向、性质、效用是首要问题。试验区研究的特色与优势是针对所服务类型的环境,特别是自然生态与社会经济环境,确定技术创新方向与突破口,而性质是应用技术研究。技术成果必须具有先进性、高效性与实用性。按照技术的物质态与信息态形式划分,试验区技术成果大部分属信息态和半物质态形式。技术创新的一般倾向是“求新求异”,张北试验区代表性技术成果的形成过程表明,农艺的创新也应像文艺创作一样,“来源于生活,高于生活”。这样才能形成一个既具有技术梯度与感召力,又具坚实的社会基础,利于广泛推广,单田独户技术效果显著,大面积应用更具规模效益的先进、实用技术。另一个重要问题是技术创新的配套性。一项新的技术成功推广于生产,通

常需要其相关的外围技术与社会经济背景的支撑。因此,围绕攻关目标进行技术引进、创新与集成是试验区研究的一大特色与优势。

3.3 科学探求,夯实基础

在攻关研究创新应用技术的同时,针对类型区特殊的环境资源与生产要素进行适度的应用基础与基础性研究,探索科学规律,是技术创新不竭的原动力。张北试验区对莜麦根系生长发育时空规律的研究,揭示了其连续发根的特性,为通过雨季追肥,使“根一肥一水”作物生产要素产生耦合效应,为大幅度增产奠定了理论与技术基础。对喜凉蔬菜抽薹性的温度效应研究,发现了品种间对低温敏感性存在明显差异,由此分成了迟钝型、半迟钝型和敏感型三种类型,并确定了抽薹反应的相应温度界限值。在此基础上,依据作物发育的阶段理论,提出了温棚育苗防春化技术,实现了低温敏感型品种的大田正常生产。

3.4 示范验证,及时反馈

试验—示范—推广“三步曲”是科技工作的一般程式。对于试验区科技创新,通过将具有苗头的、或引进集成的技术,在试验研究的同时,即组织小面积示范或利用试验区技术推广辐射网络,进行多点示范,可随时检验创新技术的适应性与有效性。示范中出现的新问题、新变化也会及时反馈到试验中,加速了技术成熟速度。张北试验区“九五”5年来蔬菜从无到有,到成为中心试区农村经济支柱性产业,其主要经验,就是成功地采取了试验、示范两条腿走路的方法。其实,在科学上,试验和实验是紧密相接的两种知识探求方式,而对于农业试验区研究,实验则更为重要。

3.5 学科结合,求实奉献

人是科技工作的主体。试验区研究是综合性的,而且由于地域、自然资源环境背景,特别是随时间推移区域社会经济与农民需求的变化,其研究目标和方向也是变化的。这就要求试验区应是一个多学科人员组成的科研群体,并随研究目标的调整而改变群体结构,形成“铁打的营盘,流水的兵”。试验区研究是艰苦的,大多数为社会公益性的。这要求科技人员不仅要务实,而且要甘于奉献。张北试验区15年来就是依靠了来自不同单位的十余个学科的先后上百名科技人员,共同铺就了这条坝上地区旱农科技创新、农民脱贫致富之路。

4 对坝上地区农业及科技发展的讨论与区域未来科技进步展望

河北省坝上地区是我国农耕历史最短的地区之一,同时也是社会经济最为落后,资源退化最为迅速,对周边地区环境胁迫最为严重的地区。区域所处之景况,与我国8000年农业文明史之久长,与北京仅300公里间距之毗邻相比较,实在令人深思。回顾坝上地区农业科技与农业生产发展的历程,分析与总结技术成败之原委,对于我们吸取经验,昭示未来将有所帮助。

4.1 关于农业发展方向与战略

坝上农业历史虽短,但农业发展方向与形式却几度变换,其本质无不与区域资源环境的退化及农业生产力与民众需求的矛盾直接相关。

4.1.1 以农为主,以粮为纲

这一方向主要是受解放后社会巨大的粮食需求及快速增长的人口压力所决定。在前苏联西伯利亚农垦的启示下,坝上垦草种粮大面积展开。特别是20世纪50年代末、60年代初、70年代的三次有组织的垦殖活动,使土地开垦率高达45.2%。由于常年频繁垦殖,地面失去植被保护,农田迅速贫瘠化、沙化、盐碱化。土地“三化”终致粮作单产下降,一些耕地失去生产力。农

田“黑乎乎,黄乎乎,白乎乎”的民谚是对土壤退化过程的形象写照。其实,时至今日耕作农田的土壤退化仍未得到根本遏制。

4.1.2 以牧为主,卖畜买粮

由于“以粮为纲”后的土地资源退化,粮油大幅度减产,坝上地区农业发展转向了“以牧为主”,通过出售畜品而换回粮食的战略。这似乎符合坝上地区生态规律,但却忽视了当时周边地区未得粮油自足的社会背景,和农牧生产间提供食物能十分之一比率差异的自然定律。这种不符合社会经济背景,人为割断农牧互依联系的农业策略,终因坝上连年遭灾、口粮不济而夭折。

4.1.3 保护性林业,自给性农业,商品性畜牧业

随着对坝上地区资源环境及农牧生产特性认识的深入,20世纪80年代后,在生态学理论和大农业观点的指导下,依据农、林、牧关系,提出了保护性林业、自给性农业、商品性畜牧业的发展战略。其本质是:由于苛刻的生境,在坝上地区难以发展成规模的经济性果林与用材林,而为了减风抗蚀、保护耕地的生态林建设是可行而又必需的。其实,随着坝上农垦而进行的林网建设以及1978年之后的“三北”防护林工程一直是维护区域生态稳定的强大骨架。

自给性农业,而非出售产品靠之盈利的商品农业,是依据坝上传统的莜麦、春小麦、马铃薯、亚麻四大作物的低水平生产和其狭窄的市场环境,特别是农用耕地资源的长期“三化”演替背景所提出的。农村生产责任制后20年来的农业实践证明,如果农田系统继续封闭运行,不输入人工辅助能,坝上地区实现农业自给自足的最基本愿望也是不可能的。其实,农业生产和林业生产,如果能找到一条其产品既具有经济比较优势,又能维持与更新资源环境的项目,则完全可以成为商品性生产行为。

商品性畜牧业。无论从畜牧业占农业产值的比重,还是农业生产所能换回的现金收入来看,畜牧业一直是坝上地区的传统优势产业。但是,坝上地区畜牧业的潜力究竟有多大,作为商品生产其比较优势体现在哪些方面,这些问题至今都未明确。但一些趋势是清楚的,即靠增加草场的载畜量提高规模效益的牧业是走到了尽头,牧场上壤退化所带来的生态破坏,并不亚于耕地,而相应草场治理的难度却远大于耕地。形成商品性畜牧业的认识还有一个依据,就是畜牧业随气候变化而减产的幅度远小于农业,即为“铁杆庄稼”,具有稳定性。岂不知这里掩盖了畜牧业变化的时滞效应,而把越冬母畜计算在内的年度畜牧业产值统计方法,也大大掩盖了畜牧业成绩的真相。因此,客观地讲,畜牧业对于坝上农民,是“不得不为之,不得多为之”的产业。而真正发展坝上商品性畜牧业尚需另辟途径。

“保护性林业,自给性农业,商品性畜牧业”,是对坝上地区长期资源环境退化反思之后所形成的农业发展思想,是基于坝上封闭农业系统内资源开发与保护所提出的方针。在此基础上,为了增加经济效益,又增添了“农牧产品加工型工业”的战略。而建设高产稳产基本农田,发展林业,发展牧业,发展工副业的“一建三发展”的农业战略,则更具体地指出了实现稳定自给农业的途径,在此基础上各业均衡发展,是坝上地区农业发展的一条切实可行的道路。

4.1.4 一退双还,防沙治沙

20世纪90年代后期,我国相继发生黄河断流,长江、松花江洪水泛滥。面对日趋严重的生态环境问题,国家加强了江河源头地区的生态环境治理与保护。随之,2000年3、4月份,连续13场沙尘暴袭击北京,首都上风地区的沙尘危害引起国家重视,以植被恢复为主的综合治理成为关系京津及华北地区生态安全和社会经济健康发展的首要课题。由此,河北省坝上地区提出了退耕还林、还草的“一退双还”农业生产结构调整战略。

坝上地区的社会经济基础和环境资源背景决定着“一退双还”的方式和成效。关于还林,从

坝上地区,特别是坝西地区自然生态系统演替来看,该区顶极为干草草原植被,不是林地系统,更何况在农垦之前也只是草地系统。因此,“还林”的提法没有根据,为了恢复区域生态,应提倡种树或造林还草。还草是为了最大限度减少由耕作而引起的地面机械扰动,增加植被特别是冬春季节覆盖,然后通过发展草食畜牧业,实现草业经济效益。因此,还草的另一技术核心即必须采用畜群舍饲而非放牧。

退耕而发展林草,是遏制起尘扬沙的首选生物工程技术,具有最好的生态效益。然而坝上地区“树不成林、林中无树”的现实和草场难以容纳更高成本投入的境况,使极低资金投入比的草业难以成为目前退耕的启动因子,更何况成草成林存在时滞效应,由此,实现自动的退耕过程,就必须具有在有限的耕地上,快速形成生产能力高效新型的产业,及其相应支撑技术。退耕种树还草只是区域农业生产结构调整的其中一个方向,并非区域农业及农村经济结构调整的全部。

4.1.5 农牧结合,集约持续——乔灌成网,草地培育,农田少耕,畜群舍饲

基于坝上地区农业资源环境和社会经济发展需求,结合张北试区连续15年的科技创新及其对区域农业发展的探索,我们认为,河北省坝上地区的农业发展方向应为“农牧结合,集约持续”,其基本战略是“乔灌成网,草地培育,农田少耕,畜群舍饲。”

“农牧结合,集约持续”作为坝上地区农业发展方向有如下依据。其一,从区域资源环境讲,温度已处于作物生产的北界,水分为旱地农业的下限,砂质的土壤已近营养体农作范畴,因此,农作不能成为区域农业主体;其二,从区域地理与地貌讲,坝上高原处于内蒙古牧区向华北农区的地理过渡地带,而区域内波状起伏的地貌又使水土资源重新分配,具有植被多宜性,农牧各有地宜土宜基础;其三,从人文社会讲,坝上居民绝大多数为汉民族,区域单位面积人口负载量已超限1.4~3倍,因此以牧业为主的农业结构不具有现实的社会与经济基础;其四,从系统综合生产力讲,区域内建立以饲草饲料供应与粪肥资金反馈为基础的农牧结合、互依增效机制,是农业生产结构高级化的本质特征,而进一步建立坝上与周边地区之间农牧产品输出与人工辅助能输入的开发式农业结构,则是市场经济下,提高系统综合生产力的必由之路。在资源优化配置与比较经济效益规则作用下,坝上地区优势产业将在农、牧之间交替、互补生长。由此,“农牧兼业→农牧结合→农牧互依、集约持续”成为坝上农业发展的总体方向。

“乔灌成网,草地培育,农田少耕,畜群舍饲”是实现坝上地区“农牧结合,集约持续”方向的战略措施,是区域农业生产结构调整的四个相互支撑的主要方面。乔灌成网,即在坝上地区具有一定网片林基础上,以乔灌结合方式进一步补植、完善,形成规范的林网生态防护框架体系;草地培育,即草场逐步由自生自长转变为人工培育,高投入高产出,实现草业栽培化;农田少耕,即以少耕技术为突破,逐步解决长达7~8个月的裸露农田,特别是春季3、4月份的扬尘起沙问题,农田少耕的核心是采用留茬和春季少免耕与茬地播种技术;畜群舍饲,即改变传统放牧生产方式实行舍饲,这是区域草场生产—生态建设的基础,也是提高饲料利用效率,发展高效畜牧业的必需。

以农牧结合为基础通过集约化生产,促进资源环境与农村社会经济的可持续发展,是坝上地区农业的整体发展方向。实现这一目标,不仅需要林、草、农、畜四个农业生产结构基本要素的战略定位,而且更需要相应战术性的具体措施。

4.2 关于水分的刚性限制问题

水分是坝上地区农牧业生产的刚性资源限制,这是一个不争的事实。但是,对水分匮乏的原因及水分生产潜力与开发技术对策却各有成见。坝上地区没有客水资源,降水少、不稳定,风