

土壤肥料研究

资料选编

1975—1980

青海省农林科学院土肥所编
青海省农林科学院情报室

目

录

关于柴达木盆地农业开发利用问题的探讨	李钦榜 朱胤椿 (1)
青海省灌区及高寒地区主要作物适宜的氮、磷、钾比例和用量的研究报告	梁岑亭 邹宗杰 (8)
绿肥是促进浅山粮食增产的一项有效措施	李祝山 (18)
带状种植增产效果的探讨	姚子纯 (24)
柴达木盆地盐渍土的发生与竖井排灌	李钦榜 (29)
禾本科植物共生固氮资源调查初报	朱麟明 王豫生 邓义林 (37)
西北区箭舌豌豆氰氢酸含量区域鉴定试验报告	曾光秀 (38)
论绿肥在高原农业生态系统中的地位	朱胤椿 李祝山 李钦榜 (44)
豌豆族根瘤菌系的选育与应用	王豫生 朱麟明 (52)
建立科学的耕作制度 促进农业现代化建设	姚子纯 (执笔) (73)
青海共和盆地塔拉滩土壤成因与开发利用	李钦榜 (82)
青海化肥施用试验概况	梁岑亭 (93)
西宁北川地区春小麦丰产栽培与光能利用	朱胤椿 王 雯 (99)
881 箭豆新品系的引种与试验推广研究	李祝山 (107)
硼肥肥效试验初报	陈伯华 (110)
绿肥冬播试验初报	李祝山 (115)

关于柴达木盆地农业 开发利用问题的探讨

李钦榜 朱胤椿

(青海省农林科学院土肥所)

引

言

柴达木盆地位于青藏高原的西北部,面积24.95万平方公里,海拔2600~3200米,是我国面积大而海拔高的典型内陆盆地,由东南向西北倾高,四周群山重叠环抱,自盆地四周高山向盆心依次为戈壁丘陵、平原、湖沼,形成一个明显的向心环状分布带。境内光照充足,冬寒夏凉,气温日较差大,干燥少雨,风速强劲,沙暴频繁。全区水源丰富,分布不均。植被种类单纯,多为植株矮小,根系发达,丛生状态,具有旱生、深根、耐盐、抗风沙的荒漠植被,复盖度平均不到18%。分布规律明显:一是由东向西种类趋于单一,复盖度逐渐变小,二是四周向中心依次为旱生—中生—湿生及盐生植物分布。在地形、气候、地下水和植被等因素影响下,土壤分布自香日德托托山及德令哈一线以东主要为荒漠土型棕钙土,以西则为盐化灰棕荒漠土。由山麓地带向盆心土壤盐渍化程度愈来愈高,土壤分布顺序为荒漠盐土,草甸盐土及沼泽土和湖滨盐滩。四周山地土,东部以高山草甸草原土为主,中西部则以砂砾质灰棕荒漠土为主,并有部分草原土,特点是:土壤自然肥力差,含盐量偏高,如开发利用,需解决排灌洗盐,增加土壤肥力及防止风沙危害等问题。

在这样一个内陆高原特定的生态气候条件下,解放前,这里遍地砾石滚滚,沙丘连绵,灌木丛生,沉睡的大地,茫无天际,仅在极少点片山前水草较好地带,由蒙、藏、哈萨克、汉族耕种着11897亩土地单产170斤左右,经营25万头(只)牲畜,真可谓为“天地好似连成片,千里方见一丝烟”,如今全区总人口21万,耕地总面积已达66.4万亩,粮食总产1.3亿斤,比解放初期增长55倍和66倍,平均单产282斤,增长61%,牲畜发展到183.6万头(只)增长6.35倍。国营农场成为农业生产的主要力量,耕地和产量都占75%左右。区内天然森林资源极度贫乏,仅为土地面积的0.075%,然而以国营农场为主体的人工防护林体系已局部形成,一个初具规模的盆地农业生产体系,显示了盆地农业的巨大潜力。但由于水利、盐碱、气候、以及开发与生态平衡等,农牧业内部诸因素相互交错矛盾突出,并由此对盆地的开发利用问题,众说纷云,争论不休,归纳起

来有三种:

第一,认为盆地气候干燥,盐碱威胁较大,水利工程艰巨,戈壁下沿断续分布流动、半流动沙丘和固定沙丘,面积约3000万亩,其中流动沙丘约140万亩,严重影响工矿、交通和农牧生产,于其投资开发利用,不如靠进口粮食方便,即持“造船不如买船”的观点;

第二,主张稳于现状,把现有耕地逐渐转变为副食品基地,首先满足工矿蔬菜副食品供应,同时发展畜牧业,粮食靠外调解决,如若继续开荒利用,必将破坏生态平衡,受到大自然的惩罚,得不偿失,后患无穷,不宜冒进从事;

第三,基于盆地光能和地下水资源丰富,是全国的高产中心地区,地域开阔平坦,是现代化农业基地,宜于尽快组织综合考察,提出方案,心情紧迫,热劲有余。

综观上述见解,笔者从调查研究分析盆地水土、气象资源入手,借鉴现状经验分析指出,对盆地农林牧副工这样一个互为依赖,互为制约,互为扯肘的综合生产体系,如看其一面,疏忽全局,出于紧迫,盲动蛮干显然不行。但如果把不利和艰巨的一面视为不可逾越或因噎废食,按兵不动,不去作任何进取,想得到大自然的恩赐,这是一种不切实际的幻想。同时指出,盆地农业开发利用大有可为,问题是怎样看待资源?如何利用和保护资源?怎样以利防患?如何量体裁衣,因地因时进发?这是一个急待作出科学回答的问题。

一、自然资源的贮量、特点与评述

(一)气候资源

(1)按柴达木地区太阳辐射资料分析,全年太阳总辐射量为160~170千卡/厘米²,相当每亩10.7~11.3亿千卡。春小麦生育期间为64~76千卡/厘米²,相当每亩4.3~5.1亿千卡,占全年总辐射量40.2~45.1%。辐射能资源十分丰富,仅次于西藏,列居全国第二位。生理辐射利用率 $\geq 5\%$,持续期有180天左右,生理辐射均在50千卡/厘米²以上, $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 时期的光能生产潜力,分别可达一熟小麦每亩2000~2500斤左右,如农业技术措施适宜,提高单产的潜力十分可观。

(2)气温日较差大,日照时数长是高原气候的另一特色,平均日较差为12~17 $^{\circ}\text{C}$,日照时数8.7~9.8小时,作物生长季节(4~9月)日照时数达3000小时左右,有利于有机物积累,相对提高了温度的有效性,盆地小麦千粒重一般均在50~60克以上,较内地高达一倍之多。其他如蔬菜、瓜果等以体大、质优、高产而胜名于全国。

(3)柴达木盆地大部地区属凉温农牧气候带,小麦抽穗至黄熟最热月温度平均为20~23 $^{\circ}\text{C}$,光合作用无高温抑制,整个灌浆期几乎处于较适宜光合温度范围内,一般灌浆期均在55~65天左右,常在叶绿、秆青、穗黄之时收割,这为内地所罕见,所以春小麦亩产2026.1斤的世界记录出现在这里。

(4)降水量少,蒸发量大,相对湿度小,气候干燥,纯属灌溉农业。全区年降水量自东南向西北递减(210~14.9毫米),蒸发量却达到2500~3000毫米,相对湿度一般45~55%,因而病虫害发生机率很低,有利于农作物密植高产。

本区除上述有利农业气候因素外,霜冻、干旱、冰雹在不同年份不同程度上威胁着农作物生长,是导致减产欠收的主要原因。

(二) 水利资源

(1) 全区大小河流70余条,常年有水的为43条,年均流量131.37秒立米,年总径流量1.42亿立米,有效利用流量为27.1亿立米,所有水系均源于四周山地,靠冰雪融水和雨水补给。因强烈蒸发和大量渗漏,部分河流呈间歇河特性。地区差异较大,东部河流以雨水补给为主,径流集中、水量不稳;北部河流以融水补给为主,年际水量较稳定,但年内分配不均;南部河流以雨水和融水混合补给为主,潜流丰富,水文特征介于上述两者之间。水量分布以南部香日德、格尔木、乌图美仁地区最充足,占总水量的55.5%,如利用合理,完全可以满足本地区需要;东部察汉乌苏、茶卡、希里沟地区次之,占22%,因耕地多,水量年内分配不均,故农牧用水仍感不足;北部德令哈、怀头他拉、大小柴旦地区占14.3%,目前由于水源利用系数不高,农牧用水较为紧张;西部阿拉尔地区占8%,以潜水补给为主,水源稳定,因气候寒冷耕地极少,利用不足。据统计,目前各灌区可利用的地表水资源为57.26秒立米。如果利用合理,可灌溉80余万亩。但实际现有耕地57万亩,部分地区仍感水源不足。如能从作物布局,渠道防渗、培肥改土等方面加以调整,现有地表水基本可满足现有耕地的灌溉用水。

(2) 地下水资源,据估计动储量为136.41秒立米,静储量为13,182.3亿立米。河流出山后有54~75%潜没戈壁,是地下水的主要补给源。地下水向盆心运动过程中,随着地质条件的改变,单一巨厚的淡水层,逐渐转变为浅层水和多层承压水,盆缘以淡滤潜水为主(灌区上部)逐渐过渡到盆心以埋藏极浅的盐卤水为主。盆地的北缘和南缘含水层厚度50~100米左右,涌水量为5~100秒公升,水量充沛,水质亦佳,矿化度0.2~0.6克/升,是盆地主要地下水可供利用的地区。全区地下水理论效益面积100万亩,近期有条件开采的地下水总提量为38.38秒立米,有效灌溉面积60万亩。

(三) 土地资源

本区草原面积10,508万亩,占全区土地面积的28.08,实际可利用的面积为8,367万亩,占草原面积的79.6%。据有关土地调查资料,尚有可垦农地为174.56万亩,其中一类土地74.38万亩,如水源和动力许可易于改良利用,主要分布在希里沟、赛什克、乌兰干戈、怀头他拉、察汉乌苏、查查香卡、香日德、宗家、巴隆、格尔木乌图美仁等地。二类土地74.28万亩、三类土地25.90万亩。二、三类土地的开发利用,主要因水土资源不平衡,需要在动力给源解决的前提下,设施水源调配工程,建立健全排灌系统,可作远期开发利用。全区因自然排水不畅,导致次生盐渍土约10万亩。从德令哈尕斯海灌区,利用井排井灌治理盐碱的效果看,次生盐渍化不是不可控制,限制因素在于井排井灌尚缺或有灌无排。

二、开发利用的意义、矛盾与途径

将盆地建成新的商品粮付食品产区,是省国民经济发展的需要。盆地有丰富的矿产资源,不仅种类多,而且品位高,储量大,是重要的原、燃料工业基地。随着铁路西

进和工矿区的扩大，对农付产品的需要量必然增加，加之本区地处通往西藏、新疆的要冲，开发盆地农业还具有重要战略意义。这些都要求加快农业发展速度。从全省粮食生产的情况看。目前粮产区主要分布在东部农业区，这里因地少人多，粮食商品率仅为14.6~16.5%低于盆地的20%以上，浅、脑山耕地虽多，而自然条件较差建设投资大，收效慢，为在短期内改变粮食不足局面，加快盆地农牧建设实为势在必行。

盆地农业开发利用固然十分迫切，但涉及一系列需要解决的问题，譬如开发利用与生态平衡，开发利用与农牧用地，开发利用与动力给源，开发利用与技术装备等等。需要我们去认真调查研究，借鉴正反经验教训，努力学习专业理论知识，才能正确处理，思路一致，干有成效，否则就会见风便下雨，谁说都点头，好心办不了好事，重复瞎指挥。

(1) 开发利用与生态平衡。现在有一些同志尤其部分领导同志，一提开发开垦不分青红皂白就摇头，好像只有保持原始的自然状态即可达到生态平衡，其实这是一种误解。自然界植物、动物、微生物等生物因素或成分与土壤、水分、大气、日光、温度等非生物因素或成分之间存在着互相联系、互相制约，形成一个统一的不可分割的自然综合体系即称为生态系统，在这个系统中进行着物质与能量的转化，这种转化一般由相对低水平发展至相对高的水平，所谓生态平衡或不平衡是指生态系统中物质与能量转化的状态，如果物质与能量的转化处于相对高的、持续的平衡时叫生态平衡，反之为之生态不平衡。柴达木盆地，过去由于人口激增，而后勤上的燃料问题没能妥善解决，挖了不少沙柳包、怪柳，强调牧民粮食自给，不适当的开垦草场引起部分植被破坏，沙丘移动，问题的产生不在于开发利用的本身，而在于开发的条件和指挥不妥所致。地处盆地的香日德、诺木洪、德令哈等农场，在建场前，这里只是一片沙丘连绵，沙柳丛生，乱石遍地的荒野，如今变成林网相间，麦浪翻滚，果木丰盛，生产着相当数量的农副产品的国营农场，一个新的人工控制下的生态平衡体系逐步形成，显然优越于当初条件下的自然生态体系。所以，只要我们严格地按自然规律和经济规律办事，担心开发会破坏生态平衡是不必要的，只有合理地开发利用资源，才能把生态平衡建立在较高的物质与能量的转换基础上，造福于现代化建设事业。

(2) 开发利用与农牧用地。畜牧业是社会主义大农业的一个组成部分。本区实际可利用草场多属荒漠草原为主，牧草生长矮小稀疏盖度低平均20%左右，鲜草产量80~100/亩，降水稍多地区，平均可达120~150斤/亩，平均40亩仅载畜1.0头(只)，由于产量低，加之草原利用不合理和季节上的不平衡，造成草原退化。尤其在强调“牧民不吃亏心粮”的口号下，农业占用了部分条件较好的冬春草场。本区地域辽阔，随着草原水利工程，灌溉草原面积的扩大，农牧本身相互矛盾不突出，关键在于牧业内部建设必须加强，如饲料饲草基地建设与畜种改良等。据现有草场资源看只要合理放牧，辅之必要的草原水利工程本区每13亩载畜1.0头(只)，至少可达600万头(只)，相当现有载畜量的两倍多。当前有一种倾向，似乎牧业上不去是农业挡了路，人为地把牧业与农业对立起来，有损于农牧稳定发展。宁可长期纠缠不休，却不愿对农牧业内部认真考察，回顾过去吃亏不小，应引以为诫。

(3) 开发利用与动力给源。本区地下水开发，农副产品加工，机械化作业，工程

设施以及工矿业，文教、卫生、科研、民用等均需大量动力给源，这个问题不解决，盆地农业开发利用便是一向空话。给源在那里？怎样解决？投资多少？这是每个关心盆地开发利用的人都会提出的问题，不作回答，心里没有底，干也无信心。我们设想动力给源在龙羊峡水电站，投资关键在输电线路的架设上借助于工业开发，应考虑农业用电，据初步估算，主体线路1500公里需1.5亿元，支线网配套约3000公里需5400万元，机井投资5000万元，总计需投资2.250亿元。这项投资何时实施，应视国民经济发展状况而定，预计实施后五年即可逐渐转化为现实生产力，服务于盆地工农业生产。

(4) 开发利用与技术装备。农业开发利用是一项综合性强，涉及面广，技术程度要求高的农业工程，没有一支相当水平的土壤地理，水文地质，农业气象，工程设计等专业人才；没有一批技术熟练有一定素养的工程技术队伍，是不易保证工程质量的。目前我省具备一定力量，但力量分散在各条战线上如把注意力放在一个交点上同时注意培养专业人才，困难都可以克服。但也不能把开发利用看成只是打几眼井，修几条渠，开几亩地，拉几条线的问题那样简单，关键是各项工程的有机组合和经济效益的发挥，如果像以往有些工程干干停停，搞到那里算到那里，就会出乱子，花巨额投资长期得不到效益，这个经验是值得记取的。

盆地农业开发利用的起步问题必须慎重对待，是在现有基础上？还是在巩固发展现状使其达到一定产量水平后起步？还是两者同是并进？笔者认为，当前既不能从开荒扩大耕地去要农付产品，也不能从多种靠刮地皮去要农付产品，而应以种好现有耕地逐步扩大和建设高产稳产农田，注意培肥地力，从提高单产上挖潜力，当其现有耕地平均单产450~550斤，其他副食品产量也有相当发展的情况下才能为开发新资源提供物质基础。当前主要以摸清资源底细，搞好规划设计，待条件基本成熟后进行为好，如以现产量水平为基础，每年以10%的速度递增，盆地农业的开发利用最快也在6~8年之后或更长一点时间，实施这一开发工程。

三、开发利用的主题、价值与准备

开发利用盆地农业的目标是大幅度提高农业生产率，即是提高对资源的转化效率，包括对自然资源和社会资源的转化效率，主要是土地生产率——提高单位面积产量，劳动生产率——提高单位劳动力的收入，资金生产率——提高单位投资效益。此外，还要减轻体力劳动的强度，也可以说是体力生产率。为此，盆地农业必须根据资源特点，建立合理的农业结构，保护资源和提高对资源的利用转化率，使有限的资源发挥最大的增产效果。

建立一个合理的盆地农业生态系统，必须做好七个结合七个先行：从干燥少雨，纯属灌溉农业，实行农、林、牧相结合，应以水电建设先行；从农业内部植被稀疏，流沙威胁看，实行保护沙区植被与植树造林相结合，应以植树造林先行；从林业内部天然森林十分贫乏复盖度小看，实行营造林带与经济林木，薪炭林建设相结合，应以农田防护林营造先行；从草原退化，载畜量低看，实行畜种改良与草原建设相结合，应以草原建设先行；从地广人稀，劳力不足看，实行机械化与畜力相结合，应以提高机械化水平先

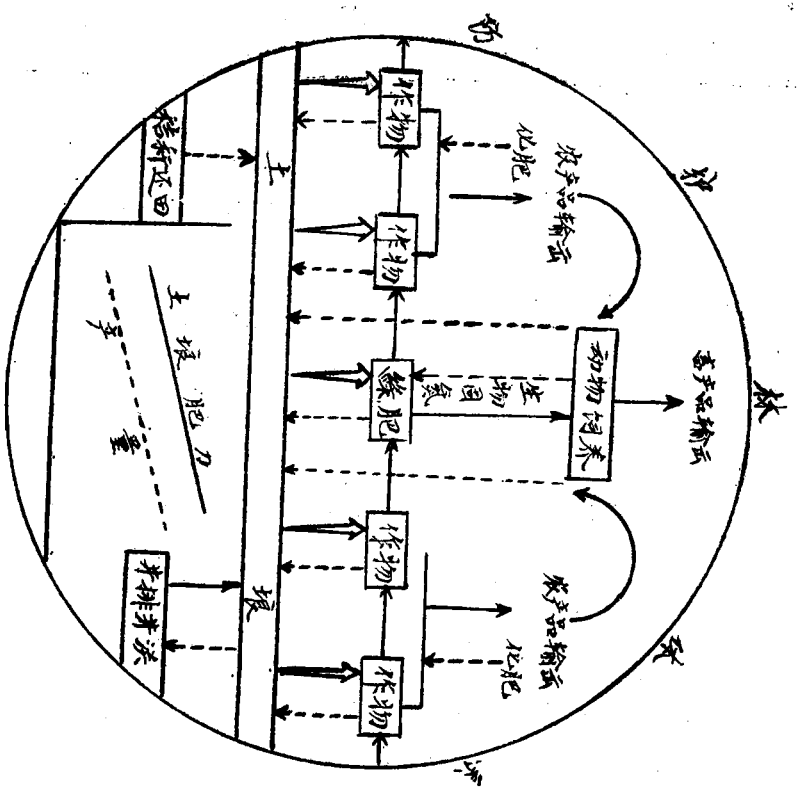


图2 理想型盆地农业生态系统模式图 (图中双实线箭头表示养分输出, 单虚线箭头表示养分补给、图下方是土壤肥力与产量消长曲线)

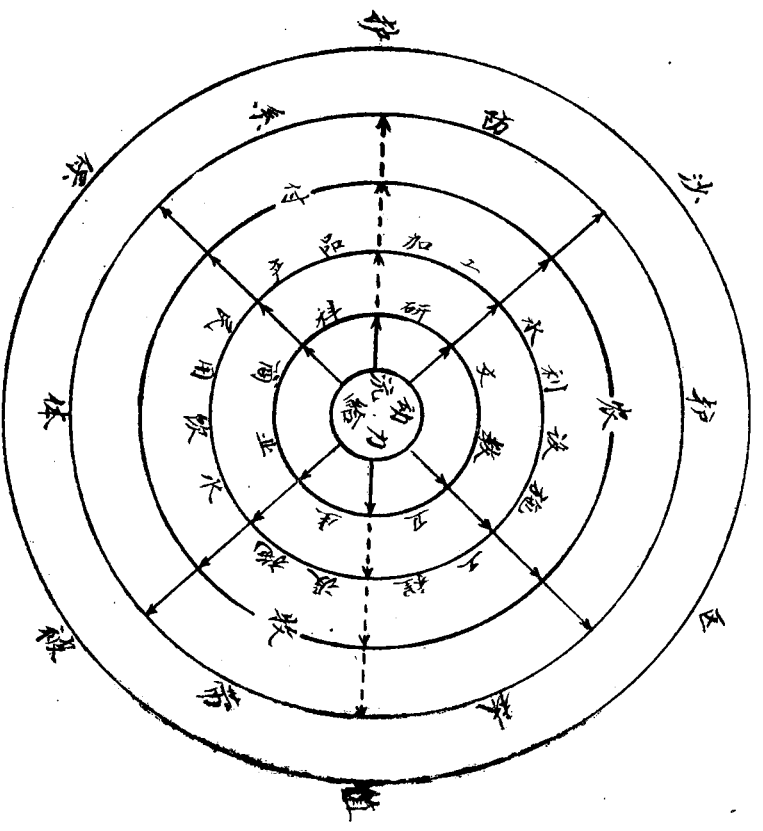


图1 动力给源与盆地农业工程体系示意图 (图中实线箭头表示直接关系虚线表示间接关系)

行，从土壤脊薄，盐碱为害严重看，实土壤培肥与工程，生物措施相结合，应以工程措施先行，从产量与种植面积的关系看，实行提高单产量与扩大面积相结合，应以提高单产先行。由于农业生产体系非常复杂，具体条件千差万别，七个结合七个先行的核心是水电建设，它是充分发挥资源效益的制动因素，是开发盆地的牵头措施。见图1、2、

开发利用后的盆地农业必将带来巨大的物质效益，据初步估计，随着工农业发展，本世纪末全区总人口将增长至50万左右，农田总利用面积200万亩，其中各类作物140万亩，防护林体系60万亩，这60万亩，其中防护林40万亩，以带宽5米、每亩134米计算，全区林带总长53336公里（包括部分薪炭林），经济林15万亩，按（2×3）定植计算有1500万株，苗圃5万亩，按（0.2×0.4）定植计算可圃存株苗8.3亿株。草场有效利用面积8367万亩，按每30亩载畜1.0头（只）计算，本区牲畜可达279万头（只）加以农业内部猪80万头，奶牛10万头，蛋鸡60万只。按屠宰率10%计算，每年提供肉食1916万斤，每头奶牛年产奶1600斤，则年产奶1.6亿斤，蛋鸡以年产200计算，提供蛋1200万斤。每人每年占有：肉食38斤，奶类320斤，蛋类24斤。农产品生产情况如下表：

项 目 种 类	面 积 (万亩)	单 产 (斤/亩)	总 量 (亿斤)	人均占有量 斤/年、人	提供付产品 (万斤)
粮 作	60	700	4.2	840	4200
肥 作	34	5000(鲜草)	17.0	28000	1020(种子)
蔬 菜	4.0	7500	3.0	500	6000
糖 料	6.0	400(糖)	0.24	40	32000
油 料	20	400(籽)	0.80	46	4800(油饼)
饲 料	16	600	0.96	192	

注：按每人年占有粮食600斤计算，每年可提供精饲料3.1620亿斤，粗饲料3.8亿斤，基本满足农业内部家禽、家畜饲料供应。

开发利用的成败关键是组织准备。自解放以来，盆地巨大的工农业生产潜力越来越为人们所认识，得到党和政府的特别重视，工、农、交通运输业发展较快，人口激增。但由于体制不同，领导关系不统一，影响了本区开发。为了充分利用本区自然资源，合理布局生产，必须统一领导，全面规划，只有步调一致，相互配合，才能加速开发利用步伐。其程序是：

（1）组织一个盆地开发利用规划队，专门开展这项工作，拟订有关试验、试点项目，作为重点课题协商下达各科研单位，按期提供科研报告。复核资源贮量，确定利用价值，提供开发利用规划图，如土壤分布图，土壤改良图，水文地质图，作物布局图，气象区划图，重点工程设施图以及科研、卫生、文教、商业规划说明书。

（2）在基本资料具备而现有产量水平达到较高的情况下，应考虑开发利用的次序和重点，是在人口比较集中的工矿区和交通沿线，自然条件又许可的地方先开发？还是

（下转第17页）

青海省灌区及高寒地区主要作物适宜的 氮磷钾比例和用量的研究报告

(1976—1978年)

梁岑亭 邹宗杰
(省农林科学院土肥所)

摘 要

通过氮磷钾化肥不同比例和用量的试验,探索了目前青海省灌区及高寒地区主要作物氮磷钾化肥适宜的比例和用量,为这两类地区主要作物的经济合理施用化肥和化肥生产供应提供了科学依据。

灌区春小麦适宜的氮磷钾比例和用量是: $N:P_2O_5:K_2O=1:0.75:0.2(N_{16}P_{11.25}K_3)$ 。

高寒地区青稞,当氮磷钾比例为 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.5:0.4(N_{7.5}P_{3.75}K_3)$ 时,化肥的利用率、经济效益和产量最高。

高寒地区白菜型小油菜适宜的氮磷钾比例和用量为 $N:P_2O_5:K_2O=1:1:0.8(N_{7.5}P_{7.5}K_6)$ 时,其产量和肥料利用率为高。

概 况

通过全省化肥试验表明,各类地区对氮磷化肥均有良好的增产效果,钾肥反应不稳定或不大明显。随着生产的不断发展,化肥用量不断增加。如在六十年代初施用化肥比较集中的灌溉地区施氮肥的水平折成尿素每亩约10—15斤左右,过磷酸钙20—30斤左右,而目前灌溉地区的化肥施用水平提高到一般每亩尿素40斤左右,过磷酸钙50斤左右,全省的化肥施用水平也由1972年的平均每亩9.9斤提高到1978年的30.5斤。灌区春小麦的产量也由六十年代的300斤左右提高到500斤左右,高的已达千斤以上。化肥的增产作用十分显著。

从全省土壤养分情况看,各类地区的土壤肥力普遍较低,总的是氮磷较缺,而钾素比较丰富。(参考表1)

灌溉地区约占全省耕地面积的1/4,是我省主要的粮食产区,柴达木新垦区占有独特的自然条件,已成为我国春小麦的高产区。干旱山区的耕地约占全省耕地面积的近二分之一,该地区由于干旱多灾,历年产量不稳定,试验结果很难应用。高寒地区冷凉阴

表1

青海省不同地区耕地土壤养分情况参考表

0—20厘米

地 区	土 壤	有机质 %	全氮 %	全 磷 %	全钾 %	有效磷 ppm	有效钾 ppm	P H
灌 溉 地 区	棕钙土及灰棕钙土 (柴达木新垦区)	0.87— 0.94	0.08— 0.21	0.086— 0.14	1.97— 2.01	—47.0	128— 530	8.2—8.4
	灌溉灰钙土 (东部农业区)	1.22— 1.77	0.09— 0.13	0.09— 0.29	2.01— 2.66	11.8— 47.0	159— 449	8.38—8.48
干 旱 地 区	淡 栗 钙 土	1.26— 1.76	0.08— 0.12	0.13— 0.18	2.18— 2.32	14.3— 19.7	138— 545	8.26—8.54
高 寒 地 区	暗 栗 钙 土	2.65— 3.85	0.16— 0.20	0.08— 0.22	1.64— 2.14	15.0— 51.0	198— 640	8.10—8.20

注：部分试验土壤养分数据

湿，无霜期短，有机质的积累大于矿化过程，土壤中含氮素较丰富。

试 验 目 的

一是指导施肥，推动生产；二是为化肥生产供应提供科学依据。通过试验了解我省各类地区主要作物适宜的氮磷钾比例、用量，为更好地发挥化肥的增产作用，提供经济合理的施肥方案，并为化工部门发展综合肥料（包括混合、复合、配合肥料）和化肥的分配提供科学依据。

试 验 设 计

本课题在农家肥料一般施用量的基础上，进行主要作物氮磷比例和用量试验，并配合钾素化肥，进一步了解钾肥的增产效果。

氮磷化肥共设四种比例，均以纯氮为1， $N:P_2O_5$ 分别为1:0.5、1:0.75、1:1、1:1.5。在每一比例中，又把氮肥用量分为纯N7.5斤、15斤、22.5斤低肥、中肥、高肥三个施肥水平（个别试验在低肥中为每亩纯氮10斤）。钾素化肥每亩施 K_2O 为0斤、3斤、6斤或7.5斤。

灌溉地区主要采用中肥和高肥两种施肥水平，其它地区采用低肥、中肥两种水平。灌溉地区的氮肥每亩5斤尿素作种肥，其余氮肥于浇头水时一次追施，磷钾化肥均在播前撒施作基肥。其它地区全部化肥均于播前基施。采用小区试验，重复3—4次。试验方案见表二。

表 2

氮磷化肥不同比例及用量及其配合钾素化肥的试验方案

单位: 斤/亩

肥料 水平 肥料用量 N:P ₂ O ₅	低 肥						中 肥						高 肥					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	尿 素	过磷 酸钙	氯化 钾	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	尿 素	过磷 酸钙	氯化 钾	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	尿 素	过磷 酸钙	氯化 钾
1:0.5	7.5	3.8	0	16.3	27.1	0	15	7.5	0	32.6	53.6	0	22.5	11.25	0	48.9	80.4	0
	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5
	10.0	5.0	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10
1:0.75	7.5	5.65	0	16.3	40.4	0	15	11.2	0	32.6	80.4	0	22.5	16.88	0	48.9	20.6	0
	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5
	10.0	7.5	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10
1:1	7.5	7.5	0	16.3	53.6	0	15	15	0	32.6	107.1	0	22.5	22.5	0	48.9	160.7	0
	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5
	10.0	10.0	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10
1:1.5	11.2	16.8	0	16.3	120	0	15	22.5	0	32.6	160.7	0	22.5	33.75	0	48.9	241.1	0
	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5	"	"	3	"	"	5
	15.0	22.5	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10	"	"	6	"	"	10

注: 尿素含N46%、过磷酸钙含P₂O₅14%、氯化钾含K₂O60%计算。

试验结果

一、灌溉地区春小麦

1、无钾素化肥配合下，氮磷配合比例及用量对春小麦的增产效果

①氮肥的用量

从试验结果可以看出，氮肥用量由低肥到中肥，即尿素由每亩用量16.3斤增加到32.6斤时，氮肥的增产效果显著；凡是由中肥到高肥，即尿素用量由32.6斤增加到48.9斤时，氮肥的增产效果不显著，甚至产量有降低的趋势。这一结果与以往氮肥用量试验基本一致，即当尿素每亩用量达50斤时对春小麦的增产作用已是很小，且容易引起贪青晚熟或发生倒伏减产的后果。

②磷肥的用量

在三种施肥水平中，当氮磷比例由1:0.5提高到1:0.75时，即磷肥用量由1:0.5的27.1斤、53.6斤、80.4斤分别提高到1:0.75的40.4斤、80.4斤、120.6斤时，春小麦产量随氮磷比例的提高，亦即随着磷肥用量的增加而有明显的增加。但在1:0.75的基础上继续增大磷肥比例，即每亩磷肥用量由40.4斤增至53.6斤以上，80.4斤增至107.1斤以上，120.6斤增至160.7斤以上，不论那种施肥水平，其产量非但没有继续增加，反而有下降的趋势。在氮磷比为1:1和1:1.5的处理中，磷肥用量由1:1的53.6斤、107.1斤、160.7斤、分别增加到1:1.5的80.4斤、160.7斤、241.1斤时，两种处理的产量都比较接近。说明磷肥用量过多，虽不像氮肥那样容易引起作物贪青晚熟等现象，但其增产作用已是很小了。

③氮磷的适宜比例及用量

在四种氮磷比例中，每一比例自低肥到高肥，其产量均随着氮磷化肥用量的增加而增加，但四种比例中，以氮磷比为1:0.75处理的产量为高，三种施肥水平的平均产量800斤以上的例次占总数的84.8%，高于其它比例的数量。在氮磷比为1:0.75的三个施肥水平中，以低肥 $N_{7.5}P_{5.5}K_0$ 处理的经济效益较高；中肥处理的产量888.7斤仅比低肥处理的增产2.7斤，而化肥用量增加了一倍；高肥处理的虽然亩产达到954.4斤，比低肥处理增产68.4斤（7.7%），然而每亩化肥用量却增加2倍，每斤化肥只增产籽粒0.61斤。

在低肥水平下1:0.75和1:0.5两处理，尿素都是每亩16.3斤，磷肥用量不同，前者亩产886.0斤比后者增产126.5斤（16.7%），每亩只增加磷肥13.3斤，而每斤磷肥增加籽粒9.5斤。（表三）

由上所述，可知在无钾素化肥配合的情况下，无论从产量水平、增产效果和化肥的经济效益上，均以1:0.75低肥 $N_{7.5}P_{5.5}K_0$ 的处理最为经济有效。

2、有钾素化肥配合下，氮磷配合比例及用量对春小麦的增产效果

①钾素化肥的增产效果

从表三可以看出，在有钾肥参与下的处理，只有氮磷比为1:0.75的中肥处理施钾肥12.5斤时表现减产7.0%，并在中肥各氮磷比例中增产效果亦不明显，产量也表现最

表 3

氮磷钾化肥不同比例、用量对灌区春小麦产量的影响

N:P ₂ O ₅	施 肥 水 平 项 目 钾肥用量(斤/亩)	低 肥			中 肥			高 肥		
		0			5			0		
		12.5			2.0			5		
1:0.5	产 量 (斤/亩)	759.5	838.0	858.8	854.8	844.8	906.7	931.3		
	施钾较对照增减产斤数	—	—	20.8	16.8	—	61.9	86.5		
1:0.75	"	—	—	2.48	2.0	—	7.3	10.2		
	" %	—	—	—	—	—	—	—		
1:1	产 量 (斤/亩)	886.0	888.7	939.3	829.2	954.4	976.3	984.0		
	施钾较对照增减产斤数	—	—	50.6	-59.5	—	21.9	29.6		
1:1.5	"	—	—	5.7	-7.0	—	2.3	3.1		
	" %	—	—	—	—	—	—	—		
平 均 产 量 (斤/亩)	产 量 (斤/亩)	743.1	863.8	958.2	886.2	895.1	981.8	982.6		
	施钾较对照增减产斤数	—	—	94.4	22.4	—	86.7	87.5		
平 均 产 量 (斤/亩)	"	—	—	10.9	2.6	—	9.7	9.8		
	" %	—	—	—	—	—	—	—		
平 均 产 量 (斤/亩)	产 量 (斤/亩)	776.9	880.5	962.6	929.3	894.3	1027.0	986.6		
	施钾较对照增减产斤数	—	—	82.1	48.8	—	123.7	92.3		
平 均 产 量 (斤/亩)	"	—	—	9.3	5.5	—	14.8	10.3		
	" %	—	—	—	—	—	—	—		
平 均 产 量 (斤/亩)		791.4	867.8	929.7	874.9	897.2	973.0	971.1		

低，在1:0.75的高肥处理中亩施钾肥5斤或10斤，同样表现增产效果不明显。除此而外，只在1:0.5的中肥处理中氮磷用量也最低而增施5斤钾肥的处理增产效果不明显外，其余一半以上的各处理增施钾肥5斤—10斤，均有较明显的增产作用，其增产幅度为5.7—14.8%。以上情况说明，一方面钾肥效果还不够稳定，另一方面也可看出当氮磷化肥用量较高时，钾肥有了较好的肥效反应，而在高肥用量下有随磷肥用量增大而提高肥效的趋势。如在磷肥用量由每亩160.7斤增至241.1斤时，增施钾肥5斤和10斤，增产效果分别由9.7%和9.8%提高到14.8%和10.3%。

②氮磷钾化肥的适宜比例和用量

前已论述，在中肥处理中增施12.5斤钾肥，未能取得良好的效果。而在5斤钾肥用量下，当氮磷比例由1:0.5增至1:1时，钾肥的肥效随着磷肥用量的增加而提高，但当氮磷比例达1:1时，钾肥的增产效果不再继续增加。虽然1:1.5的产量最高，亩产达到962.6斤，增产9.3%，每斤钾肥增产16.4斤，但以1:1配合5斤钾肥处理的增产效果最大，增产10.9%，每斤钾肥增产18.8斤。在1:0.5和1:0.75的5斤钾肥配合中，其增产效果显然小于1:1的增产效果，每斤钾肥分别增产6.1斤和10.1斤。但从产量上看，1:1配合5斤钾肥只比1:0.75配合5斤钾肥每亩增产18.9斤，而磷肥用量却增加了1/3，即26.7斤，增施的磷肥每斤只增产0.7斤，计增产2%。因此从磷肥用量的增产效果看，以氮磷比例为1:0.5增至1:0.75时的增产效果最大，二者相比，磷肥用量由53.6斤增加到80.4斤时，每亩增产80.5斤（9.3%），增施的每斤磷肥增产3.0斤。产量最高的1:1.5的磷肥用量比1:0.75的磷肥用量80.4斤增加一倍，即160.7斤，其产量只增加23.3斤，增施的每斤磷肥只增产0.29斤，计增产2.4%。以上说明在磷肥用量80.4斤的基础上继续增施磷肥其增产作用显著减小，同时肥料利用率和经济效益随磷肥用量增加而降低。因此，在中肥情况下以1:0.75配合5斤钾肥（ $N_{15}P_{11.25}K_5$ ）处理的增产效果和经济效益为好。

从四个不同比例及用量的八个高肥处理可以看出，除1:0.75的两个处理增施钾肥的增产效果低而外，其余六个处理均表现良好，施用5斤钾肥的处理有随着磷肥用量的增加提高钾肥效果的趋势，其增产幅度由7.3—14.8%，而增施10斤钾肥的处理，变化不明显，其增产效果均在10%左右。如施5斤钾肥的，在四个比例中每斤钾肥分别增产12.4斤、4.4斤、17.3斤和24.7斤，而施10斤钾肥的各处理的产量和每斤钾肥增产的籽粒已很接近，而且钾肥的效果小于5斤钾肥的，每斤钾肥分别增产籽粒8.6斤、2.96斤、8.8斤和9.2斤。由此说明，在高肥条件下，施用10斤钾肥时，并不随磷肥用量的增加而提高钾肥的效果，但在施用5斤钾肥时，则随着磷肥用量的增加对提高钾肥的肥效有明显的促进作用。这与中肥处理施用5斤钾肥的情况相类似。

从不同氮磷比中也可看出不同的磷肥用量对产量的影响。如在10斤钾肥的处理中，磷肥用量由1:0.5的80.4斤增至1:1.5的241.1斤时，只有1:0.75比1:0.5的处理每亩增产42.79斤（计5.6%），增施的磷肥（40.2斤）每斤增产1.06斤外，其余两个处理未表现出增产作用。在5斤钾肥处理中，当氮磷比例由1:0.5增至1:0.75，即磷肥用量由80.4斤增加到120.6斤时，增产69.6斤（7.6%），增施的磷肥（40.2斤）每斤增产1.7₃斤。1:0.75和1:1之间产量差别甚微。在磷肥用量达到241.1斤的1:1.5的比例时，比

1:1的磷肥用量增加了160.7斤,而产量增加了45.2斤(4.6%),增施的磷肥每斤增产0.56斤。通过以上对磷肥用量的比较可以看出,均以氮磷比例为1:0.75时的增产效果较好,又以1:0.75配合5斤钾肥的增产效果最好。

综上所述,春小麦适宜的氮磷比例是1:0.75。有钾素化肥配合时每亩用量氧化钾3斤效果最好。在无钾肥配合下,以低肥 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.75:0=N_{7.5}P_{5.625}K_0$ 的比例及用量对化肥的利用率最高,经济效益最好。在钾肥配合下则以 $N:P_2O_5:K_2O=1:0.75:0.2=N_{16}P_{11.25}K_3$ 的比例及用量的产量和经济效益最好。目前由于钾素化肥很少施用,在不施钾素化肥的情况下,仍可参照此氮磷比例并根据当地土壤肥力情况、春小麦品种特性等决定合理的施肥方案,达到经济合理施用化肥的目的。

二、高寒地区青稞

从试验结果看(表四),在低肥水平下,青稞对氮肥反应较好,增大氮肥用量其产量有降低的趋势。如在1:1.5低肥和1:0.75中肥、1:0.5高肥处理时,在无钾肥,磷肥均为80.4斤,而氮肥尿素的用量分别为16.3斤、32.6斤、48.9斤时,其产量则分别为755.6斤,645.8斤,684.8斤。但青稞对磷肥的反应比较显著,且随着磷肥用量的增大产量也有较好地反应。如在低肥情况下,76—77年的实验尿素在用量16.3斤时,磷肥用量由每亩1:0.5的27.1斤增至1:1.5的80.4斤,磷肥用量增加53.3斤,其产量由662.2斤增加到755.6斤,增产14.1%,增施的每斤磷肥增产1.75斤。磷肥增大比例用量,1:1比1:0.5的磷肥用量由27.1斤增加到53.6斤时,产量由662.2斤增加到711.1斤,增产7.3%,增施的每斤磷肥增产1.84斤;1:1.5比1:1的磷肥用量由53.6斤增加到80.4斤时,产量由711.1斤增加到755.6斤,增产6.25%,增施的每斤磷肥增产1.66斤。从每斤磷肥增产情况看基本接近,1:1.5的每亩80.4斤磷肥用量时,增施的每斤磷肥增产的数量稍低些。1978年的试验结果未反应出以上情况,只在1:0.75的磷肥用量40.4斤时表现出增施的每斤磷肥增产的效果最高,比1:0.5的磷肥用量27.13斤时增产7.0%,增施的每斤磷肥增产3.8斤。

在尿素用量32.6斤中肥用量下,磷肥未取得明显的增产效果只在1:1的磷肥107.1斤用量中比1:0.5的磷肥53.6斤的用量增产5.97%,增施的每斤磷肥仅增产0.73斤。在高肥用量中,尿素每亩用量48.9斤时,虽然由1:0.5的磷肥用量80.4斤增至1:1.5的磷肥用量241.1斤时,获得了无钾肥情况下791.1斤的最高产量,增产效果也较高为15.52%,但增施的每斤磷肥只增产0.66斤,显然大大降低了磷肥的增产效果。在1:1的磷肥用量160.7斤时的增产效果虽低于1:1.5的产量,亩产782.2斤,增产效果低4.22%,但增施的每斤磷肥增产了1.21斤,其经济效果高出1:1.5的磷肥用量241.1的斤将近一倍。

从施钾肥对青稞产量的影响来看,以低肥1:0.5配合5斤钾肥的增产效果较好,比不施钾肥的增产86.8斤,计12.1%,平均每斤钾肥增产17.36斤;配合10斤钾肥的增产55.2斤,计增产7.8%平均每斤钾肥增产5.52斤。氮磷比超过1:0.5以上的处理增产效果变小,甚或出现减产情况。

由此看出,高寒地区青稞不需很多氮肥,维持在每亩16.3斤左右即可。磷肥效果较好,其用量范围可在27.1斤到80.4斤之间,并根据当地土壤中有效磷的水平进行适当调

表 4

氮磷钾化肥不同比例、用量对高寒地区青稞产量的影响

N:P ₂ O ₅	年 份	7 6 — 7 7						7 8		
		低 肥		中 肥		高 肥		低 肥		
		施 肥 水 平		钾肥用量(斤/亩)		钾肥用量(斤/亩)		钾肥用量(斤/亩)		
		产 量 (斤/亩)	施钾较对照增减产斤数	"	" %	产 量 (斤/亩)	施钾较对照增减产斤数	"	" %	产 量 (斤/亩)
1:0.5		662.2	401.6	0	12.5	684.8	711.6	0	5	10
1:0.75										
1:1		711.1	421.7	699.8	668.8	782.2	732.4	739.2	6.8	0.6
1:1.5		755.6	446.6	689.2	750.3	791.1	762.1	754.3	7.8	3.1

*以10斤纯N为1