

宁南旱地小杂粮产业开发技术研究²⁰

王建宇, 何文寿, 董 良

(宁夏大学, 宁夏 银川, 750021)

摘 要:立足宁南旱地小杂粮生产现状,通过分析影响产业化发展的主要限制因子,提出了以持续增进降水生产潜力,提高降水利用率和农田水分效率为重点,大力推广优质高效抗旱新品种及配套栽培技术、优化集成抗旱节水农业技术、培肥土壤、建设高产稳产基本农田、加强产业化开发等关键技术。

关键词:宁夏黄土高原区;小杂粮;产业开发技术

中图分类号:S326 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7601(2006)01-0187-05

宁夏南部干旱半干旱丘陵地区,位于东经 $104^{\circ}37' \sim 107^{\circ}39'$,北纬 $35^{\circ}14' \sim 38^{\circ}23'$,包括固原市6县及吴忠市同心县、盐池县南部,总土地面积 3.11万 km^2 ,占宁夏总土地面积的60.0%;耕地 58.5万 hm^2 ,占宁夏总耕地面积的72.4%,其中旱地占耕地面积的94%,是典型的旱作农业区。该地区属大陆性季风气候,气候条件多样,生态类形复杂,自然灾害频繁,绝大部分地区属雨养旱作农业区,干旱是该地区对农业生产最大威胁。境内年降水量 $270 \sim 650 \text{ mm}$,近一半左右地区在 400 mm 以下,是黄土高原中的降水低值区,且季节分配不均,60%~70%的降水集中在7、8、9三个月。年内3~5月份降水 76.2 mm ,占全年降水量的17.8%,6~8月份降水 231.9 mm ,占全年降水量的54.2%,9~11月份降水 110.8 mm ,占全年降水量的25.9%。该区热量不足、无霜期短、易发生霜冻,危害严重,年均气温为 $5.2 \sim 8.4^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的有效积温 $1925 \sim 3149.2^{\circ}\text{C}$,无霜期仅 $120 \sim 150 \text{ d}$ 。

该区主要农业土壤类型为黑垆土和黄绵土。由于降水时空分布不均,降水集中,极易造成水土流失,特别是在丘陵沟壑区大面积坡耕地和小块梯田上,因其持水性差而土壤接纳水量有限,常形成地表径流,导致大量土壤养分流失,造成农田养分失衡,肥力降低,氮磷短缺、比例不协调,极大地影响了农业产量水平的提高^[1]。本文在分析当地小杂粮生产现状及存在问题的基础上,提出了促进宁南丘陵地区小杂粮产业发展的技术与对策。

1 小杂粮在宁南农业中的地位

1.1 区域优势明显,发展潜力大

宁南属黄土高原春作小杂粮区,在海拔 $1500 \sim 2600 \text{ m}$ 范围内,大陆性季风气候明显,光照充足,昼夜温差大,环境无污染,具备生产优质小杂粮的基本条件。经多年多点试验表明^[2],宁南地区降水规律的分布与杂粮的需水特点一致,小杂粮中荞麦、莜麦、糜子、谷子对水分的需求与降水的吻合程度高。其水分生产效率分别达到6.15、6.90、5.25和 $7.95 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$ 。因此,在宁南地区干旱、多灾的自然条件下,小杂粮作为抗灾作物在调整作物布局中具有明显的区位优势 and 比较优势,同时小杂粮生产具有抗旱、耐瘠、稳产、适应性广、抗逆性强、无污染等特点,种植小杂粮不需过多投入、效益好、管理简单,是发展优质高产、高效农业,实现农民增收的主要途径,特别是种植面积较大的荞麦、豆类,已实现了出口创汇,具有大的开发潜力。

1.2 生态效应明显

小杂粮在降雨集中的季节可增加地面植被覆盖,有效地减少水土流失,对暴雨引起的径流拦蓄作用较强。据调查,黑豆地的径流量最小,仅为裸地的43.6%,荞麦为裸地的78.1%,糜子地为裸地的77.9%。在减少土壤侵蚀方面,黑豆效果最显著,平均侵蚀量约 $619 \text{ t}/\text{hm}^2$,比裸地减少侵蚀90.2%,糜子地减少65.0%,荞麦地减少72.1%^[3]。因此,小杂粮生产具有较好的生态保护作用。

²⁰收稿日期:2005-05-18

基金项目:宁夏自然科学基金“宁南山区特色杂粮作物优质高产高效的生理生态研究”(AA-005)

作者简介:王建宇(1980-),女,宁夏固原人,高级农艺师,主要从事干旱农业研究。

1.3 保证粮食安全生产,加快农业结构调整

小杂粮属低耗、节水型作物,具有分布区域的特殊性和营养成分的多样性。发展旱地小杂粮,对充分发挥小杂粮的多样性,保证宁南地区粮食区域平衡、粮食生产安全及协调发展有重要意义,在调整农业结构的同时,发展小杂粮生产,有利于推进农业结构战略性调整向纵深发展,正确处理调整农业结构和发展粮食生产的关系,并通过粮食结构和品种的调整,推进农业结构调整,形成特色产业化、产业化、特色产业规模化的产业格局。

2 小杂粮生产现状

2.1 种植历史悠久,产量低而不稳

小杂粮是宁夏黄土高原区的传统优势作物。主要有豌豆、蚕豆、扁豆、荞麦、莜麦、糜子、谷子等。年播种面积10万 hm^2 左右,占粮食作物播种面积的25%~30%。平均产量1200~1500 kg/hm^2 ,总产量12~15万t,占粮食总产量的17%左右。其中豌豆年播种3.5万 hm^2 左右,历史最高播种面积6.7万 hm^2 ;蚕豆、扁豆近1.0万 hm^2 ;荞麦1.8万 hm^2 左右,历史最高2.5万 hm^2 ;糜子、谷子1.3万 hm^2 左右,历史最高3.5万 hm^2 ;莜麦及其它杂粮近1.0万 hm^2 左右。正常年份豌豆单产1500.5 kg/hm^2 ,扁豆单产1150 kg/hm^2 ,蚕豆单产2368.5 kg/hm^2 ,荞麦单产1669.5 kg/hm^2 ,莜麦单产2700 kg/hm^2 ,糜子单产1571.85 kg/hm^2 ,谷子单产4500 kg/hm^2 。全地区同一生态类型区、同一品种单产差异较大,据统计,豌豆高产区单产可达3000 kg/hm^2 ,低产区仅750 kg/hm^2 。荞麦高产区达3375 kg/hm^2 ,低产区仅600 kg/hm^2 。区域间差异悬殊,年际间变幅大,严重地制约着全地区小杂粮产业发展。

2.2 耕作粗放,水肥利用率低

该区降水少、水分短缺,加之经济基础薄弱,农民生活贫困,对土地投入少,土地瘠薄,限制了光热条件的充分发挥,农业生产的脆弱性和不稳定性十分明显,影响和削弱了抗旱抗灾的能力,加剧了该区小杂粮生产风险。据调查^[4],该区土壤有机质含量为0.5%~2%,全氮平均含量0.091%,低于0.1%的农田占耕地总面积的64.5%;全磷含量0.078%,速效磷仅7.7 mg/kg ,速效磷含量在5.0~10.0 mg/kg 之间的农田面积占34.7%,速效磷低于5.0 mg/kg 的农田占46.3%,化肥平均用量仅150 kg/hm^2 。

2.3 生产技术落后

在生产技术方面,新品种引进选育滞后,大部分

地区栽培品种多以地方品种为主,且同一品种多年种植,混杂退化严重,良种应用率低,甚至以粮代种,全地区小杂粮良种统供率仅5%左右。此外,小杂粮栽培技术研究和推广不够,耕作和管理粗放,水肥利用率不高,经济效益差,特别是贫瘠的地力及传统落后的栽培方式对有限降水资源利用不充分是小杂粮生产力低下的症结所在,成为制约黄土高原旱作农业区小杂粮生产可持续发展的技术瓶颈。

3 宁南地区小杂粮产业开发主要技术途径

3.1 加速优质小杂粮品种的引进、选育与示范推广

3.1.1 加强新品种引进选育工作 采取引种与育种相结合,引进为主、选育为辅的途径,加强国内外抗旱高产优良品种的引进选育;搜集、整理及筛选现有品种资源,对宁豌3号、宁荞1号、宁莜一号等品种及名优农家品种及时进行提纯复壮;重视新品种引进工作,扩大引种范围,积极从国内及周边省区引入筛选适合宁南地区生态及产业化发展需求的新品种;着眼于国内外市场优质化、多样化的需求,加快小杂粮专用型品种,尤其是对国际市场走俏的品种的选择及示范推广工作。

3.1.2 大力推广应用抗旱高产稳产优良新品种

近几年来,宁夏各地先后引进选育出了宁豌4号、宁荞1号、宁糜13号、金谷子、临蚕2号等一批抗旱、稳产、优质小杂粮新品种,具有抗旱耐旱、抗倒、适应性强、稳产、质优等特点,适于在宁南地区及周边省区生态条件相似地区推广,增产幅度在10%~20%,在新品种示范推广的同时,加强综合配套栽培技术的应用,提高单位面积产量。

3.1.3 重视良种繁育体系的建设 结合新品种的推广,种子部门应配套建立专业化、高质量、高效益良种繁育基地和供种体系,切实解决好新品种繁育和现有品种退化的问题,逐步实行品种标准化和统一包衣、统一供种,充分发挥现有优良品种的作用。

3.2 集成推广先进实用的抗旱耕作技术

3.2.1 以“五墒耕作法”为主体的蓄水保墒耕作技术 “五墒耕作法”是在总结宁南地区传统防旱抗旱耕作经验基础之上研究开发的融蓄水与保墒为一体小杂粮抗旱保墒耕作技术。其主要内容为“早耕深耕多蓄墒、过伏合口保底墒、雨后耙耱少耗墒、冬春打碾防跑墒、适时早播用冻墒。”其技术核心为通过适墒耕作,及时收耱蓄墒,打碾镇压等保护性耕作技

术,形成上松下实的土壤耕作层,加速土壤熟化,增加土壤接纳水分能力,减少土壤水分蒸发,在生产上运用取得了良好的效果。据测定,土壤深耕 20~28 cm 比浅耕 12~15 cm 土壤容重降低 0.02~0.11 g/cm³,空隙度增加 2.7~7.5 个百分点,0~30 cm 土层含水量提高 1.4~10.3 个百分点,土壤速效氮、磷分别增加 27.8%~31.4% 和 32.6%~136.8%,地温提高 0.2~1.0℃,每克土壤微生物从 5.1 万个增加到 8.3 万个^[5]。

3.2.2 坡耕地水土保持耕作技术 适用于 25° 以下坡耕地的耕作技术体系。主要包括坡地秋开沟秋施肥蓄墒聚肥耕作技术、旱地沟播技术、蓄水覆盖丰产沟耕作技术等。坡地秋开沟秋施肥蓄墒聚肥耕作技术通过开沟起垄,改变微地形,从而拦蓄较多雨水,减少土壤流失,增强农田抗旱能力,可使土壤降水保墒率提高 21.7%,0~40 cm 土层蓄水量增加 33%,作物用水效果提高 74.7%,增产 34%~157%。旱地沟播技术,是一项依靠专用机械支持的能一次完成开沟、起垄、分层施肥、播种、镇压等工序的水保耕作技术,在宁南地区糜子、谷子、荞麦、莜麦等作物种植示范,平均增幅 20.7%。蓄水覆盖丰产沟耕作法,将地膜覆盖栽培技术组装应运于坡地水保耕作技术之中,包括覆膜穴播、覆膜膜侧种植、丰产沟地膜覆盖种植、垄沟种植膜上沟灌技术等可使耕层土壤含水量提高 3.94 个百分点,容重降低 0.23 g/cm³,作物增产 139.4%^[6]。

3.2.3 高产稳产基本农田建设技术 宁夏黄土高原区脆弱的生态环境是制约该地区农业生产发展的重要因素,发挥地域资源优势、开发特色产业必须加强农田基本建设,建立高产稳产旱作农田,改善土壤结构,增加土壤的蓄水保水能力。因此,要统一科学规划、合理布局、大力推广应用以修建水平梯田为主,发展洪漫坝地平整台原地等农田基本建设技术。积极采用深松土为主体的机械化耕作技术体系,改连年平翻为翻、松、耙(旋、碎茬)相结合的耕作体系,改单机多次进地为复式作业,改多耕为少耕。生产实践证明,梯田比坡耕地降水利用率平均提高 1.5~6.7 kg/(mm·hm²),土壤含水量提高 6%~11%,增产 2~3 倍,经济效益提高 3~4 倍^[6]。

3.3 开发应用节水农业和水资源高效利用技术

3.3.1 因地制宜采用节水农业技术 我国西北旱区主要杂粮作物谷子、糜子等的降水生产潜力值可达 10.5~24.0 kg/(mm·hm²),在当前技术水平和投入水平下,降水生产潜力的开发度只有 37%,尚有

63% 的潜力有待开发^[7]。根据宁夏黄土高原区实际,水地可因地制宜采用低压输水管灌、喷灌、微滴灌、渗灌、集水微灌等节水技术。在宁南地区海原县试验结果表明^[2],在年降水量分别为 226 mm 和 315 mm 的 1997 年和 1998 年,采用微集水种植的农田平均单产豌豆较对照增产 77%,水分利用效率极大地提高;旱作区应用集雨节灌技术后,谷子、糜子、荞麦、莜麦、豌豆的产量水平分别提高到 7 800、4 650、2 250、4 500 和 3 000 kg/hm²,其与大宗作物产量基本相当^[1]。

3.3.2 积极推广化学抗旱保水技术 在宁南地区旱地作物中应用抗旱增产化学调控技术,对提高逆境成苗、保墒和抑蒸减耗、提高作物水分利用率效果明显^[6]。在土壤中施用保水剂,可提高土壤持水量 40%,节省用水 30%~60%,采用黄腐酸钠和吸水树脂等拌种,在糜子生育中后期能显著提高旱地糜子单株叶片数、叶面积、地上部干重和植株高度,分别使糜子增产 7.35% 和 7.41%,使水分利用效率增加 0.044 kg/m³^[8]。

3.3.3 建立具有区域特色的现代节水高效技术体系 目前宁南地区农业高效利用降水主要途径是通过窑窖集水、蓄水、保水等工程措施,并通过对作物的补充灌溉,解决旱地作物水分亏缺等不利因素的影响。为了发挥各种水资源高效利用技术的整体效应,应因地制宜将各种单一技术优化集成为具有区域特色的降水高效利用技术体系,对有限的降水在局部实施集、蓄再分配,增加降水资源人工可调控比重,以最大限度地提高降水利用率。

3.4 培肥土壤

3.4.1 增施肥料,科学施肥 尽管水分不足是制约宁南旱地小杂粮产量提高的主要因素,但增施肥料有利于提高土壤的蓄水保水性,提高作物对水分的利用效率,从而提高作物产量。研究表明,施肥对提高宁夏黄土高原区作物产量和水分利用效率有着突出的作用,通过合理施肥,可使旱区粮食产量达到平均 4 500 kg/hm² 以上,降水利用率提高到 7.5 kg/(hm²·mm) 以上^[9,10]。

3.4.2 调整种植结构,实行草田轮作 小杂粮作物中的豆类及苜蓿是宁南地区旱作区的主要养地作物,调整种植结构和推行草田轮作是提高土壤肥力的战略性措施。试验结果表明,0~20 cm 土层内,豆茬土壤有机质、全氮、全磷、速氮、速磷比连作麦茬地分别提高 2.7%、2.3%、8.7%、7.4% 和 37.9%;土壤蓄水保墒能力增强,0~20 cm 土层蓄水量比重茬麦

茬多 8.4 m³，比胡麻茬多 28.63 m³，用水效率提高 30.7%~60.8%，增产 66.67%。发展苜蓿、草木樨及绿肥作物等牧草及豆科作物参与的轮作制，把草木樨插入轮作，可使土壤有机质增加 1.4~2.12 倍，碱解氮增加 19.8%~36%，速效磷增加 11%~23.6%，增产 41.6%~164.2%。与小麦连作相比，小麦豌豆轮作使土壤有机质、全氮和碱解氮分别增加 157、69 和 51 g/kg；小麦苜蓿轮作分别增加 23.9%、21.2% 和 19.3%。此外，种植草木樨两年后，土壤水稳性团粒含量增加 42%，容重减轻 0.28 g/cm³，孔隙度提高 12.2%^[10]。

3.4.3 优化肥料组合，改进施肥方法 宁南旱区小杂粮生产中应大力提倡增施有机肥料，合理施用氮磷化肥，有针对性地补充微量元素。有机肥和无机肥相结合，以无机促有机，可极大地提高水分利用效率。试验表明，施农家肥 30 t/hm²，配合施用化肥效果极为明显，比单施农家肥增产 29.8%，经济效益也明显提高。应用含有腐殖酸、保水剂、氮、磷及 5 种微量元素的糜、谷专用肥品种，较等养分氮、磷普通施肥增产 51.3%^[10]。此外，积极推广改农家肥面施为深施、改春施肥为秋施肥，农家肥、化肥秋底肥与化肥种施相结合，集中施肥，连年培肥等施肥技术。

3.5 加强小杂粮优质高效关键技术研究 with 开发

3.5.1 高产稳产栽培技术研究 重点研究和建立以持续增进降水生产潜力为中心的旱地小杂粮农业生产综合配套技术。立足宁夏黄土高原区旱地特色杂粮作物生产现状，大力开展优质高产高效旱作节水农业技术的引进试验与开发研究，在优化品种、栽培方式、密度、水分和养分配合的基础上，完善并建立适应不同降水和生态条件的主要小杂粮作物，先进、实用、可操作性强的高产栽培技术模式。

3.5.2 产业化可持续发展基础研究 以高效利用天然降水和提高养分利用率为突破口，深入研究旱地特色小杂粮产业可持续发展的途径，确定宁夏黄土高原区不同生态类型区主要杂粮作物及品种水分高效期及有限亏缺期，水分在土壤中的运移规律和高效利用途径及原理，以及 N、P、K 等养分在提高小杂粮作物吸水和保水、调节代谢过程的生理机制，探讨主要旱地小杂粮作物节水节肥新途径，建立水分、养分高产模型，为充分提高旱地水分、养分利用效率，防止环境污染，实现小杂粮稳定高产和可持续发展提供理论依据和有效措施。

3.5.3 高新技术应用研究 逐步开展小杂粮基础生理、生化和转基因等高新生物技术研究。应用信息技术和数据处理集成技术，加强土壤肥力墒情监测与信息管 理技术的开发研究，提高土壤肥力与墒情的动态检测预报预警能力和工作效率，并进行目标管理和决策。

3.5.4 深加工与新产品开发研究 积极发展无公害绿色农产品生产技术，开展优质小杂粮产品加工增值相关的基础研究和应用技术研究及新功能食品开发研究，制订小杂粮优质产品生产质量标准，凸现宁夏黄土高原区优质杂粮产品地域优势。

3.5.5 建立科技示范园区 在小杂粮主产区建立不同类型的对产业化发展具有较强示范带动作用的科技示范园区，作为产业化技术组装集成的载体、科技信息的辐射源、人才培育和技术培训的基地。以科技开发、示范、辐射和推广为主要内容，以促进杂粮产业化发展为目标，实现杂粮产业化技术的组装集成。解决影响杂粮产业化发展的重大科技问题，转化和推广相关农业科技成果，培育和吸引一批优秀人才，建立杂粮新品种、栽培技术、加工、销售等信息服务体系，通过园区的引导和示范，促进小杂粮产业科技水平的提高和产业的健康持续发展。

参 考 文 献：

[1] 罗俊杰,王 勇,何宝林.半干旱区集水高效农业与可持续发展[J].耕作与栽培,2003,(2):1-9.

[2] 贾志宽,王龙昌.宁夏南部山区旱作农业开发战略研究[J].干旱区资源与环境,2001,15(3):25-30.

[3] 张 雄,王立祥,柴 岩.小杂粮生产可持续发展探讨[J].中国农业科学,2003,36(12):1595-1598.

[4] 李友宏,王天宁.半干旱旱地作物专用肥施用效果研究[J].干旱地区农业研究,1999,17(2):49-52.

[5] 杜守宇,田恩平,温 敏.宁夏旱作农业[M].银川:宁夏人民出版社,2004.

[6] 马正亮,邹淑燕.宁夏旱作农业生态恢复与重建[J].水土保持研究,2002,9(3):204-206.

[7] 卢铁钢.加入 WTO 后我国小杂粮产业发展的机遇、挑战和优势[J].杂粮作物,2004,24(3):176-178.

[8] 李 军,邵明安,王立祥.宁夏半干旱旱地旱作糜子水分利用调控技术研究[J].西北农业学报,2002,11(3):122-127.

[9] 上官周平,李世清.旱地作物氮素营养生理生态[M].北京:科学出版社,2004.

[10] 李 军,王立祥,邵明安,等.宁南旱地作物降水生产潜力及其适度开发研究[J].水土保持学报,2001,15(6):125-128.

Discussion on industrialization development of miscellaneous
cereals on drylands in south Ningxia

WANG Jian-yu, HE Wen-shou, DONG Liang
(*Ningxia University, Yinchuan 750021, China*)

Abstract: This paper analyzes the current production status of miscellaneous cereals and the main limiting factors in their industrialization. In order to promote the rainfall productive potential of crops and to enhance the rainfall use ratio and water use efficiency in farmlands continuously, it is essential to extend energetically the improved varieties with high quality and efficiency, to optimize and integrate the drought-resistant and water-saving farming technologies, to fertilize soil, to construct the basic farmlands with high and stable productivity, and to strengthen the development of industrialization. These measures are important to the industrialization development of miscellaneous cereals on drylands in south Ningxia.

Key words: loess plateau region in Ningxia; miscellaneous cereals; industrialization development

(上接第 186 页)

Investigation of rhizobium of legumes in the middle
and western areas of Gansu Province

CHEN Wei-min, ZHANG Zhi-xin, ZHANG Hong-chang, WEI Ge-hong
(*College of Life Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: 452 rhizobium samples were collected from 18 genera and 30 species of legumes according to the investigation in the middle and western areas of Gansu Province, and 328 rhizobium strains were isolated. The results show that the resources of leguminous plants are very scarce, and the growth of rhizobium is related to special ecological condition and topographical features. Especially, drought and high salt concentration are significant factors that limit rhizobium-legume symbiosis. The shape of these nodules is mostly sphericity or stick, and the color is mostly red, sandy beige, brown or yellow. Many kinds of legume have been applied not only to soil and water conservation but also to the improvement of environment in Gansu Province.

Key words: symbiotic nitrogen-fixation; rhizobium; diversity; the middle and western areas of Gansu