

不同种植模式对陇东旱塬区庆阳 红酒谷产量的影响

谢永桢¹, 石颜精¹, 罗涛¹, 肖静¹, 缪金艳¹, 郭家繁², 何丽²

(1. 庆城县农业技术推广中心, 甘肃 庆城 745100; 2. 兰州交通大学

生物与制药工程学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为筛选适配陇东旱塬区生态条件的庆阳红酒谷高产高效栽培模式, 设置覆土穴播、平铺穴播、双垄沟播、微垄穴播、露地穴播5种植植模式, 系统评估其对庆阳红酒谷产量、营养品质及经济效益的影响。结果表明, 覆土穴播综合表现最优, 庆阳红酒谷产量达3 696.0 kg/hm², 较对照露地穴播增产64.82%, 净收益11 976.4元, 增幅79.98%, 粗蛋白(126.6 g/kg)、粗淀粉(794.4 g/kg)、直链淀粉(303.0 g/kg)、赖氨酸(1.9 g/kg)含量均最高; 平铺穴播、微垄穴播次之, 产量分别为3 196.5、3 184.5 kg/hm², 净收入9 528.9、9 470.1元/hm²; 双垄沟播产量3 063.0 kg/hm², 净收入8 874.7元/hm²; 对照露地穴播粗脂肪含量(39.2 g/kg)较高, 但综合产量、经济效益最低。所有覆膜处理均具有集雨保墒增温效应, 其中覆土穴播能有效协调并显著提升庆阳红酒谷的产量、营养品质与经济效益, 为最优种植模式, 适宜在庆城县及相似生态区扩大示范推广。

关键词: 庆阳红酒谷; 种植模式; 覆膜; 产量; 营养品质; 经济效益

中图分类号: S515

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)10-0922-05

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.10.007

Effects of Different Planting Patterns on the Yield of Qingyang Red Wine Millet in the Dry Plateau Area of Longdong

XIE Yongzhen¹, SHI Yanjing¹, LUO Tao¹, XIAO Jing¹, MIAO Jinyan¹, GUO Jiafan², HE Li²

(1. Qingcheng County Agricultural Technology Extension Centre, Qingcheng Gansu 745100, China; 2. College of Biological and Pharmaceutical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: To screen a high-yield and efficient cultivation mode of Qingyang red wine millet suitable for the ecological conditions in the dry plateau area of Longdong, this study conducted a comparative experiment with 5 planting modes, soil-covered hole seeding (SCHS), flat hole seeding (FHS), double-ridge furrow seeding (DRFS), micro-ridge hole seeding (MRHS), and open-field hole seeding (CK), to systematically evaluate their effects on crop yield, economic benefits, and nutritional quality. Results showed that SCHS exhibited the optimal comprehensive performance: its yield reached 3 696.0 kg/ha, representing a 64.82% increase compared with CK, the net profit was 11 976.4 Yuan/ha with an 79.98% increase relative to CK. Meanwhile, SCHS achieved the highest contents of crude protein (126.6 g/kg), crude starch (794.4 g/kg), amylose (303.0 g/kg), and lysine (1.9 g/kg). FHS and MRHS ranked second, with yields of 3 196.5 and 3 184.5 kg/ha, respectively, and net incomes of 9 528.9 and 9 470.1 Yuan/ha, respectively. The yield in DRFS was 3 063.0 kg/ha with the net income of 8 874.7 Yuan/ha. Although CK had a relatively high ether extract content (39.2 g/kg), it showed the lowest comprehensive yield and benefits. All mulching treatments exhibited significant effects of rainwater harvesting, soil moisture retention, and temperature increase. As the optimal mode, SCHS can effectively coordinate and significantly improve the yield, nutritional quality, and planting economic benefits of Qingyang red wine millet, making it suitable for expanded demonstration and promotion in Qingcheng County and similar ecological regions.

Key words: Qingyang red wine millet; Planting pattern; Mulching; Yield; Nutritional quality; Economic benefit

庆阳红酒谷是甘肃省庆阳市特色传统小杂粮, 饱满、色泽红润, 是酿造优质黄酒的核心原料, 是隶属于禾本科黍属的一年生草本植物, 其籽粒符合消费者对天然健康特色农产品的需求, 市场

收稿日期: 2025-09-05; 修订日期: 2025-10-01

基金项目: 甘肃省技术创新引领计划项目-乡村振兴专项(21CX6NM272)。

作者简介: 谢永桢(1976—), 男, 甘肃庆阳人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广方面的研究工作。Email: 961132232@qq.com。

通信作者: 何丽(1986—), 女, 甘肃武威人, 副教授, 主要从事作物遗传育种及栽培研究方面的工作。Email: 379611467@qq.com。

认可度较高^[1-4]。近年来,随着人民生活水平的不断提高,人们更加关注食品的品质及其健康功效。小杂粮是小宗粮豆作物的统称,通常分为麦类小杂粮和豆类小杂粮,凭借其药食同源的特性以及新型食品资源的独特价值,小杂粮正日益受到消费者的广泛关注与青睐^[5-7]。庆阳红酒谷作为甘肃省重要的特色小杂粮种质资源,种植历史悠久,其酿造的黄酒兼具地域特色与高端市场潜力^[8]。然而,受现代农业规模化生产模式冲击,庆阳红酒谷因单产低、种植成本高、机械化程度有限等问题,种植面积持续萎缩,原料供应不足导致传统酿造工艺难以延续,产业竞争力显著受限^[9-11]。

栽培模式对谷类作物产量与品质有关键调控作用。研究表明,覆膜栽培可以通过改善土壤水热条件、促进养分吸收与干物质积累,显著提高谷子的产量与水分利用效率,且不同覆膜方式对作物生育进程与物质积累的影响存在显著差异^[12-14]。针对庆阳红酒谷这一特色品种的种植模式优化研究目前尚未见报道,且陇东旱塬春旱伏旱频发、土壤保水能力差的生态特征^[15],进一步凸显了种植模式优化的紧迫性。基于此,本研究设置5种植模式开展比较试验,旨在筛选适配当地的高产高效栽培技术,为庆阳红酒谷种质资源保护与产业规模化发展提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于2023年在庆城县玄马镇老庄村实施,试验地土壤类型为黄绵土,耕层土壤含有机质 8.01 g/kg、全氮 0.40 g/kg、全磷 0.56 g/kg、全钾 17.40 g/kg、碱解氮 44.00 mg/kg、有效磷 13.60 mg/kg、速效钾 176.00 mg/kg、缓效钾 890.00 mg/kg, pH 8.13。

1.2 供试材料

供试品种为选自庆城县马岭镇的庆阳红酒谷,该品种具有抗旱性强、适应性广的特点,籽粒品质符合黄酒酿造原料标准。供试地膜为普通白色地膜,幅宽 1 200 mm、厚 0.01 mm,由甘肃振海塑业有限责任公司生产。

1.3 试验设计

试验共设5种植模式处理,分别为覆土穴播(SCHS),全地膜覆盖,穴播后膜表覆盖2~3 cm厚土壤;平铺穴播(FHS),采用宽膜(幅宽 120 cm)

平铺覆盖,膜上穴播;双垄沟播(DRFS),起大小双垄,大垄宽 70 cm、小垄宽 40 cm,全地膜覆盖后沟内穴播;微垄穴播(MRHS),起微垄,垄高 8~10 cm、垄宽 30 cm,全地膜覆盖后垄面穴播;以露地穴播(CK)为对照,无地膜覆盖,常规穴播。试验采用随机区组设计,3次重复,小区面积 80 m²(10 m×8 m),小区间距 50 cm,试验地四周设置≥2 m的保护行。行距 40 cm、株距 5 cm,留苗密度均为 45 万株/hm²。播前结合整地一次性基施农家肥 45 000 kg/hm²、尿素(含N 46%)300 kg/hm²、普通过磷酸钙(含P₂O₅ 16%)600 kg/hm²、硫酸钾(含K₂O 52%)90 kg/hm²,其他管理同当地大田。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生育期 人工记录各处理庆阳红酒谷的播种期、出苗期(小区出苗率达 50%)、拔节期(小区 50%植株基部第一节间伸长≥2 cm)、孕穗期(小区 50%植株剑叶抽出、穗部膨大)、灌浆期(小区 50%植株籽粒开始灌浆变硬)与成熟期(小区 90%植株籽粒变黄、穗部下垂),计算全生育期天数(从播种期至成熟期的总天数)。

1.4.2 农艺性状 庆阳红酒谷完熟后,在每个小区内采用5点取样法随机选取3个1 m²样方^[16],统计样方内植株数量。每个样方中按S型取样法选取10株代表性植株,用卷尺测定株高(从地表至穗顶的垂直距离)、穗长(从穗基部至穗尖的长度)。收获样方内所有植株,自然风干后脱粒,用电子天平(精度 0.01 g)测定单株穗重(鲜重)、单株粒重(干重)。

1.4.3 产量 以小区为单位进行全收获,收获后将果穗自然风干至含水量稳定(与农艺性状测定含水量一致),严格按小区分区脱粒,采用电子台秤(精度0.1 kg)称量,单收计产。

1.5 数据处理

采用 Excel 2019 软件进行数据整理与作图,采用 SPSS 19 软件进行单因素方差分析(ANOVA),并通过 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对庆阳红酒谷生育期的影响

由表1可知,不同种植模式对庆阳红酒谷生育进程有一定影响,所有处理播种期均为5月19日,差异主要体现在出苗后各生育阶段。SCHS、

表 1 不同种植模式下庆阳红酒谷的生育期

处理	物候期/(日/月)						生育期 /d
	播种期	出苗期	拔节期	孕穗期	灌浆期	成熟期	
SCHS	19/05	28/05	19/06	25/07	01/08	26/09	130
FHS	19/05	28/05	21/06	27/07	11/08	28/09	132
DRFS	19/05	28/05	21/06	26/07	12/08	28/09	132
MRHS	19/05	28/05	21/06	26/07	11/08	27/09	131
CK	19/05	30/05	24/06	23/07	06/08	23/09	127

FHS、DRFS、MRHS 处理出苗期均为 5 月 28 日, 较 CK 提前 2 d。拔节期以 SCHS 处理最早, 为 6 月 19 日, 较 CK 提前 5 d; FHS、DRFS、MRHS 处理均为 6 月 21 日, 较 CK 提前 3 d。孕穗期以 CK 最早, 为 7 月 23 日; FHS 处理最晚, 为 7 月 27 日; SCHS、DRFS、MRHS 处理为 7 月 25—26 日。灌浆期以 SCHS 处理最早, 为 8 月 1 日, 持续 56 d, 较 CK 延长 8 d。各覆膜处理生育期较 CK 延长 3~5 d, 其中 FHS、DRFS 处理最长, 均为 132 d; SCHS、MRHS 分别为 130、131 d, 分别较 CK 延长 3、4 d; CK 最短, 为 127 d。

2.2 不同处理对庆阳红酒谷农艺性状的影响

由表 2 可知, 不同种植模式对庆阳红酒谷的农艺性状具有显著影响, 覆膜处理的株高、穗长、单株生产力等性状均优于 CK, 群体密度则低于 CK, 体现了“个体生长优势弥补群体密度不足”的产量形成机制。其中, 株高以 FHS 处理最高, 为 92.6 cm, 与 DRFS 处理差异不显著, 均显著高于 CK ($P<0.05$); SCHS、MRHS 处理较高, 分别为 91.2、91.5 cm, 与 CK 差异不显著 ($P>0.05$)。穗长以 SCHS 处理最长, 为 26.5 cm, FHS 处理较高, 为 26.1 cm, FHS 与 SCHS 处理差异不显著 ($P>0.05$), 均显著高于 CK ($P<0.05$)。群体密度以 CK 最高, 成株数 30.67 万株/hm², 显著高于所有覆膜处理 ($P<0.05$); DRFS 处理最低, 成株数为 25.33 万株/hm²; SCHS 处理较低, 成株数为 28.00 万株/hm²。单株穗重和单株粒重均以 SCHS 处理最高, 分别为 18.92、15.53 g, 显著高于 CK ($P<0.05$); FHS、DRFS、

MRHS 处理相近, 单株穗重均高于 CK (10.95 g), 但差异不显著 ($P>0.05$), 单株粒重均显著高于 CK (8.60 g) ($P<0.05$)。

2.3 不同处理对庆阳红酒谷品质的影响

由表 3 可以看出, 不同种植模式对庆阳红酒谷营养品质具有显著影响, 各处理间粗蛋白、粗脂肪、粗淀粉、直链淀粉及赖氨酸含量均存在明显差异, 说明栽培方式对谷物营养组分的积累具有重要调控作用。其中粗蛋白含量以 SCHS 处理最高, 为 126.6 g/kg, 显著高于 DRFS 处理和 CK; FHS 处理较高, 为 126.1 g/kg, 与 SCHS、MRHS 处理间无显著差异, 显著高于 DRFS 处理和 CK ($P<0.05$)。粗脂肪含量以 CK 最高, 为 39.2 g/kg, 与 DRFS 处理差异不显著, 显著高于 SCHS、FHS、MRHS 处理; SCHS 处理最低, 为 35.4 g/kg, 显著低于其他处理 ($P<0.05$)。各覆膜处理间粗淀粉含量差异不显著, 均显著高于 CK, 其中以 SCHS 处理最高, 为 794.4 g/kg。直链淀粉含量以 SCHS 处理最高, 为 303.0 g/kg, 显著高于 DRFS 处理、CK; CK 最低, 为 250.1 g/kg。赖氨酸含量以 SCHS 处理最高, 为 1.9 g/kg, 与 FHS、DRFS、MRHS 处理差异不显著, 显著高于 CK ($P<0.05$)。

表 3 不同种植模式对庆阳红酒谷品质的影响 g/kg

处理	粗蛋白 含量	粗脂肪 含量	粗淀粉 含量	直链淀粉 含量	赖氨酸 含量
SCHS	126.6 a	35.4 d	794.4 a	303.0 a	1.9 a
FHS	126.1 a	37.1 c	792.7 a	274.5 ab	1.7 a
DRFS	125.1 b	38.8 ab	790.1 a	268.8 b	1.5 ab
MRHS	125.7 ab	37.4 c	791.8 a	274.0 ab	1.6 a
CK	124.2 b	39.2 a	788.9 b	250.1 bc	1.3 b

2.4 不同处理对庆阳红酒谷产量的影响

由图 1 可知, 不同种植模式对庆阳红酒谷产量的影响显著, 各覆膜处理凭借水热环境优化优势, 产量均显著高于 CK。其中, SCHS 处理折合产量最高, 达 3 696.0 kg/hm², 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 较 CK (2 242.5 kg/hm²) 增产 64.82%; FHS、MRHS、DRFS 处理折合产量较高, 分别为

表 2 不同种植模式下庆阳红酒谷的农艺性状^①

处理	株高 /cm	穗长 /cm	成株数 /(万株/hm ²)	单株穗重 /g	单株粒重 /g
SCHS	91.2 ab	26.5 a	28.00 b	18.92 a	15.53 a
FHS	92.6 a	26.1 a	26.33 c	17.57 ab	14.28 b
DRFS	92.3 a	25.3 ab	25.33 d	17.43 ab	14.22 b
MRHS	91.5 ab	25.1 ab	26.00 c	17.67 ab	14.41 b
CK	86.7 b	19.5 b	30.67 a	10.95 b	8.60 c

①同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$), 下同。

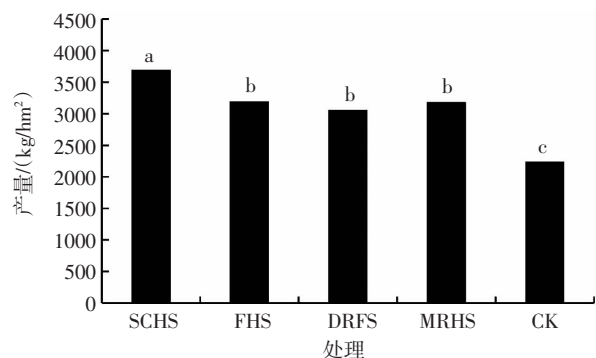


图 1 不同处理对庆阳红酒谷产量的影响

3 196.5、3 184.5、3 063.0 kg/hm², 分别较 CK 增产 42.54%、42.01%、36.59%, 三者之间差异不显著 ($P>0.05$), 均显著高于 CK ($P<0.05$)。

2.5 不同种植模式对庆阳红酒谷经济效益的影响

由表 4 可知, 各覆膜处理投入相同, 均为 6 134.0 元/hm², CK 为 4 334.0 元/hm²。覆膜处理净收入均显著高于 CK ($P<0.05$), 其中 SCHS 处理最高, 为 11 976.4 元/hm², 显著高于其他处理 ($P<0.05$), 较 CK 增加 79.98%; FHS、DRFS、MRHS 净收入分别为 9 528.9、8 874.7、9 470.1 元/hm², 分别较 CK 增加 43.20%、33.37%、42.32%; CK 净收入最低, 仅为 6 654.3 元/hm²。

表 4 不同处理对庆阳红酒谷的经济效益 元/hm²

处理	收入	投入	净收入
SCHS	18 110.4	6 134.0	11 976.4 a
FHS	15 662.9	6 134.0	9 528.9 b
DRFS	15 008.7	6 134.0	8 874.7 b
MRHS	15 604.1	6 134.0	9 470.1 b
CK	10 988.3	4 334.0	6 654.3 c

①庆阳红酒谷种子投入 135.0 元/hm², 肥料投入 2 174.0 元/hm², 农药投入 225.0 元/hm², 机械作业费 1 800.0 元/hm² (耕地 750.0 元/hm², 收获 1 050.0 元/hm²), 覆膜费 1 800.0 元/hm² (地膜 1 050.0 元/hm², 机械覆膜作业费 750.0 元/hm²), 庆阳红酒谷收购价格 4.9 元/kg。

3 讨论与结论

庆阳地处陇东旱塬, 年均降水量 400~500 mm, 且降水集中在 7—9 月, 春旱、伏旱频发, 土壤保水能力差, 是制约杂粮作物产量的核心生态限制因子^[10, 14]。本研究中, 覆土穴播、平铺穴播、双垄沟播、微垄穴播处理均表现出显著的集雨保墒与增温效应, 这与覆膜技术“阻隔土壤水分蒸发、集中自然降水、提升表层地温”的核心功能高度契合^[17], 为庆阳红酒谷生长创造了适宜的水热环境。不同种植模式下庆阳红酒谷生育进程的差异主要体现在出苗后各生育阶段, 核心原因在于覆膜处理的增温保水效应改变了局部微环境。

各覆膜处理出苗期均较对照露地穴播处理提前 2 d, 原因是覆膜可减少土壤水分蒸发, 同时提升表层土壤温度, 为种子萌发提供适宜温湿度, 加速出苗进程; 拔节期较对照露地穴播处理早 3~5 d, 是由于覆土穴播的“膜+土”双重覆盖结构, 保温效果更优, 促进植株提前进入拔节期。4 种覆膜处理孕穗期普遍延后, 一方面因覆膜延长营养生长周期, 使植株积累更多干物质后进入生殖生长, 另一方面可避免露地雨季土壤积水导致的生长受阻。覆膜处理灌浆期持续时间和生育期更长, 为籽粒淀粉与蛋白质积累提供充足时间, 并在庆阳无霜期较短的生态条件下, 可有效规避早霜对成熟期的影响。覆土穴播处理在覆膜基础上表层增加了 2~3 cm 覆土, 进一步减少膜下水分散失与热量挥发, 使生育期延长 3 d、灌浆期延长 8 d, 干物质积累量显著增加, 这一结果与柴鹏等^[17]在庆阳冬油菜覆膜种植中的研究结论一致, 证实了“覆膜+覆土”模式在旱作区的适应性优势。

从农艺性状与产量的关联来看, 庆阳红酒谷的产量形成受“群体密度×单株生产力”协同调控。对照露地穴播处理虽成株数最高, 为 30.67 万株/hm², 但因缺乏覆膜保护, 孕穗期遇雨导致授粉不良、灌浆期干旱导致籽粒发育受阻, 而且过高的群体密度会加剧植株间对光照、水分和养分的竞争^[18], 反而降低单株生产力, 单株粒重仅 8.60 g, 产量最低, 仅 2 242.5 kg/hm²; 而覆土穴播处理通过集雨保墒减少干旱胁迫, 增强植株光合作用效率, 促进干物质向穗部和籽粒转移, 从而显著提升单株生产力, 有效弥补了群体密度较低的劣势, 通过优化单株生产力, 单株粒重为 15.53 g, 产量达 3 696.0 kg/hm², 较对照露地穴播增产 64.82 %。这表明在庆阳旱作条件下, 单株生产力对产量的贡献度高于群体密度, 与李峰等^[14]在陇东谷子品种鉴定中“单株优势主导产量”的结论相符。此外, 平铺穴播与微垄穴播处理的产量相近, 分别为 3 196.5、3 184.5 kg/hm², 说明宽膜平铺与微垄起垄在水热调控上效果相当, 可作为覆土穴播处理的替代模式, 为农户提供更多技术选择。

不同种植模式对庆阳红酒谷营养品质具有显著影响, 覆土穴播处理在多数营养指标中表现最优, 含粗蛋白 126.6 g/kg、粗淀粉 794.4 g/kg、直链

淀粉 303.0 g/kg、赖氨酸 1.9 g/kg, 其优势可能源于该模式对土壤微生态的改善及光温资源的优化利用, 从而促进灌浆期物质积累与转化。而对照露地穴播处理虽然成株数较高, 但受雨季积水和灌期干旱等逆境胁迫, 物质转运与合成效率下降, 导致营养品质总体较低。说明覆土穴播处理不仅在产量上优势显著, 同时也是提升庆阳红酒谷营养品质的有效栽培策略。本研究发现, 各覆膜处理庆阳红酒谷粗蛋白、粗淀粉、直链淀粉及赖氨酸含量均高于对照露地穴播, 说明覆膜有助于淀粉的合成与直链淀粉的积累, 并对改善氨基酸平衡具有积极作用; 而粗脂肪含量均低于对照露地穴播(39.2 g/kg), 可能与覆膜条件下脂质代谢发生改变有关。

在经济效益层面, 覆土穴播处理的净收入达 11 976.4 元, 较对照露地穴播提升 79.98 %, 显著高于其他种植模式; 平铺穴播、微垄穴播处理次之, 净收入 9 528.9、9 470.1 元/hm²; 双垄沟播产量 3 063.0 kg/hm², 净收入 8 874.7 元/hm²; 对照露地穴播综合产量和经济效益均最低, 产量为 2 242.5 kg/hm², 净收入为 6 654.3 元/hm²。庆阳红酒谷为当地特色传统小杂粮, 其作为黄酒酿造原料的收购价为 4.9 元/kg, 高于普通杂粮, 随着种植规模扩大与产业链延伸, 覆土穴播种植模式的经济效益将进一步凸显。同时, 该模式适宜降水量少、蒸发量较大区域小麦、谷子、胡麻、青稞、莜麦等作物的种植^[19], 更易被农户接受, 为规模化推广奠定基础。

综上所述, 在陇东旱塬生态条件下, 覆土穴播通过“覆膜保墒+覆土调温”协同延长生育进程, 显著提升了单株生产力、产量、营养品质及经济效益, 是实现庆阳红酒谷高产、优质与高效益的最优模式; 平铺穴播与微垄穴播作为有效替代模式, 在保墒增温方面表现良好, 适于不同生产条件灵活选用。相比之下, 对照露地穴播受制于水热胁迫, 产量与效益均显著偏低, 不宜在本区继续推广。因此, 建议在陇东旱塬区及类似地区优先推广覆土穴播技术体系, 并配套科学肥水管理, 以推动旱作区特色杂粮产业可持续发展。

参考文献:

- [1] 王春艳, 于海彦, 乔志航, 等. 红小米黄酒发酵过程中风味物质与细菌菌群分析[J]. 食品研究与开发, 2022, 43(11): 102–107.
- [2] 赵培城, 蔡际豪, 顾赛麒, 等. 不同酒龄传统绍兴黄酒的特征风味物质分析[J]. 食品科学, 2020, 41(22): 231–237.
- [3] 黄桂东, 吴子莹, 唐素婷, 等. 黄酒中高级醇含量控制与检测研究进展[J]. 中国酿造, 2018, 37(1): 7–11.
- [4] 陈林玉, 宋乐园, 王云雨, 等. 红小米化学成分与营养成分分析[J]. 食品科学, 2021, 42(18): 218–224.
- [5] 冯海智, 李 龙, 王 冬, 等. 中红外及近红外光谱在小杂粮品质检测中的应用进展[J]. 光谱学与光谱分析, 2023, 43(1): 16–24.
- [6] 窦学诚, 龚大鑫, 关小康. 甘肃省小杂粮产业竞争优势度及影响因素分析[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(5): 1–6; 14.
- [7] 王百姓. 庆阳市小杂粮生产加工利用现状与发展对策[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2005.
- [8] 徐娅茹, 宋青青, 李 莉, 等. 庆阳黄酒中高级醇的检测与含量分析[J]. 中国食品工业, 2022(1): 98–101; 105.
- [9] 王世峰. 庆阳市西峰区什社谷子产业发展中存在的问题及对策[J]. 农业科技与信息, 2022(22): 89–90.
- [10] 刘奕宏. 陇东旱塬谷子生产现状及优化发展建议[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(9): 810–813.
- [11] 徐娅茹, 钱 慇, 陈德阳, 等. 高效液相色谱-质谱联用法测定庆阳地产黄酒中环四阿尼酸[J]. 食品安全导刊, 2022(18): 123–125; 130.
- [12] 温 蕊, 陈茜午, 赵雅杰, 等. 西北黄土高原旱作区不同地膜覆盖种植模式谷田水温效应及水分利用效率研究[J]. 作物杂志, 2022(6): 111–117.
- [13] 姜净卫, 董宝娣, 司福艳, 等. 地膜覆盖对杂交谷子光合特性、产量及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(6): 154–158; 194.
- [14] 李 峰, 帅哲元, 付金元, 等. 不同生态区谷子品种(系)在甘肃省陇东地区的鉴定评价[J]. 种子, 2015, 34(12): 93–96.
- [15] 孙文泰, 张 坤, 刘小勇, 等. 垄膜集雨对陇东旱塬苹果根系分布及土壤性状的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(10): 100–105.
- [16] 柳利龙, 贺春贵, 杨富海, 等. 陇东山旱地夏播复种饲用甜高粱品种筛选[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(10): 927–931.
- [17] 柴 鹏, 黄晓荣, 杨亚宁, 等. 庆阳市不同茬口和种植方式下冬油菜试验初报[J]. 中国农技推广, 2020, 36(12): 46–49.
- [18] 黄爱斌. 旱地谷子平膜穴播高产栽培技术[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(6): 539–541.
- [19] 李 福, 李城德, 刘广才, 等. 甘肃发展旱地全膜覆土穴播技术的重要意义[J]. 农业科技与信息, 2010(23): 3–4; 27.