

# 陇东地区的寒旱农业特征及冬小麦抗寒旱栽培措施

赵刚<sup>1</sup>, 樊廷录<sup>2</sup>, 党翼<sup>1</sup>, 李尚中<sup>1</sup>, 张建军<sup>1</sup>, 李兴茂<sup>1</sup>, 王磊<sup>1</sup>, 王淑英<sup>1</sup>, 程万莉<sup>1</sup>, 倪胜利<sup>1</sup>

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院科研管理处, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 陇东地区地处西北黄土高原腹地, 为典型雨养农业区, 冬小麦生产在粮食生产中占有重要位置。该地区降水集中在 7—9 月, 季节性干旱频发, 冬小麦最大需水期降水满足率仅为 29.31%; 生育期间整体气温变暖, 但 12 月至次年 2 月和 4 月气温变化剧烈, 在冬小麦生育期提前的情况下易形成冻害。在分析陇东地区寒旱特征及冬小麦受灾成因的基础上, 根据当地气候和降水特征, 提出生物主动御旱御寒与覆盖保墒增温抗旱抗寒技术模式, 即选育出抗旱耐寒冬小麦新品种, 配套抗旱耐寒栽培技术, 以保证区域冬小麦生产安全。

**关键词:** 寒旱农业特征; 陇东地区; 冬小麦; 抗寒旱栽培

中图分类号: S512.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1463(2020)05-0056-06

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.015

## Characteristics of Cold and Dry Agriculture and Cultivation Measures Cold and Dry Resistance in Winter Wheat of East Gansu

ZHAO Gang<sup>1</sup>, FAN Tinglu<sup>2</sup>, DANG Yi<sup>1</sup>, LI Shangzhong<sup>1</sup>, ZHANG Jianjun<sup>1</sup>, LI Xingmao<sup>1</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, WANG Shuying<sup>1</sup>, CHENG Wanli<sup>1</sup>, NI Shengli<sup>1</sup>

(1. Institute of Dryland, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Science and Technology Management Department, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** East Gansu province is located in the northwest loess plateau hinterland, for typical rainfed agricultural region, winter wheat production occupies an important position in grain production in this area. Precipitation in East Gansu province is concentrated in Jul–Sept, and seasonal drought occurs frequently. The precipitation satisfaction rate of winter wheat during the maximum water demand period was only 29.31%. The overall temperature was warm of winter wheat growth, but the temperature changed dramatically from Dec. to Feb. and Apr. of the following year, under the condition that the growth period of winter wheat is advanced, frost damage is formed. On the basis of analyzing the characteristics of cold and drought and the causes of winter wheat disaster in East Gansu province, according to the local climate and precipitation characteristics, puts forward the technical model of biological active drought-resistant and cold-resistant technology, that is, breeding new drought-resistant and cold-resistant winter wheat varieties and supporting drought-resistant and cold-resistant cultivation technology, so as to ensure the safety of regional winter wheat production.

**Key words:** Characteristics of cold and dry agriculture; East Gansu; Winter wheat; Cultivation cold and dry resistance

甘肃东部地区地处黄土高原西北半湿润 至半干旱地区, 该区海拔高, 降水时空分布

收稿日期: 2020-03-16

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD020040503)。

作者简介: 赵刚(1981—), 男, 甘肃静宁人, 助理研究员, 硕士, 主要从事农田水分与旱作栽培研究工作。Email: 7635423@163.com。

不均、昼夜温差大，为典型的西北寒旱地区，生态环境和农业生产对气象变化的依赖性强，全球气候变暖使得黄土高原温度升高，气候趋于暖干化<sup>[1]</sup>。气温升高使冬小麦生育期缩短，越冬期推迟并缩短<sup>[2]</sup>，各生育期提前<sup>[3]</sup>，入冬前气温骤降冻害与春季倒春寒霜冻害风险增加，尤其是春季拔节以后生长加快，如遇到低温很容易受到冻害<sup>[4]</sup>。冬小麦生育期需水与降水时空错位，生育期降水 180~330 mm，干旱发生频率高，持续时间长，对冬小麦产量影响非常大<sup>[5]</sup>。因此，干旱、寒冷是威胁冬小麦生产主要限制因子，也是导致冬小麦产量低而不稳的主要因素，如何提高冬小麦抗旱防寒栽培技术，对保证作物高产稳产和维护地区粮食安全具有重要意义。冬小麦作为甘肃东部地区最重要的粮食作物，其产量取决于土壤水分与气温变化，为了保证当地冬小麦产量的提升，采用生物抗旱防寒和栽培措施等手段，提高冬小麦的抗旱防寒能力，才能保障陇东寒旱农业区域冬小麦生产安全。

## 1 陇东地区寒旱农业区域特征

### 1.1 干旱灾害成因及主要特征

陇东地区沟壑纵横，90%以上耕地为山地，农业基础设施等条件差，人口密度大，生态环境脆弱，抵抗自然灾害能力差。冬小麦生育期需水完全依靠降水，为典型的雨养农业区。降水 60%以上集中在 7、8、9 月，60%以径流形式损失，春季干旱和伏旱频发。陇东地区春旱发生频率为 40%左右，并呈增加趋势，旱灾发生面积逐渐增大，春旱对冬小麦影响范围、程度显现出扩大和加重趋势<sup>[6]</sup>。陇东地区冬小麦生育期需水期与降水完全错位，粮食作物种植风险高于甘肃其他地区，其中冬小麦种植风险大于玉米<sup>[7]</sup>。陇东地区为北方小麦种植区干旱强度高值分布区<sup>[8]</sup>，2016 年陇东地区受灾面积为 23.38 万  $\text{hm}^2$ ，占全省受灾面积的 27.75%，其中旱

灾受灾面积为 18.39 万  $\text{hm}^2$ ，占陇东地区受灾面积的 78.67%。水分是限制陇东地区小麦生产的主要因素，素有“十年九旱”之说，严重干旱导致冬小麦减产 50%以上<sup>[9-10]</sup>，干旱灾害严重威胁着陇东地区的冬小麦生产。

陇东地区冬小麦生育期为 9 月中下旬至次年 6 月下旬。以镇原县为例，近 68 年全生育期平均降水 268 mm，占全年降水的 51.09%，而 6 月中下旬成熟期占全生育期的 16.12%，冬小麦关键期拔节孕穗期(4 月份)占全生育期的 11.63%，生育期最大需水期灌浆期(5 月初至 6 月初)占全生育期的 21.49%，实际满足率为 29.31%(图 1)，关键时期的干旱严重影响冬小麦产量提升。

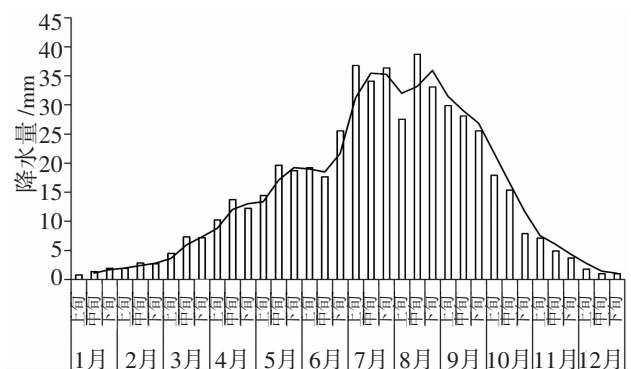


图 1 镇原县 1950—2018 年逐月降水分布

### 1.2 低温冻害成因及主要特征

随着人类活动对环境的不断影响，温室气体持续升高，全球气候变暖，严重影响农业生产<sup>[11-14]</sup>。冻害发生于冬季或者早春、深秋时期。一是初冬气温骤降型和冬季长寒性及冻融型，气温变暖后冬小麦冻害发生的频率、程度和范围有所减小，但是由于气候的不稳定性，冬小麦中度到重度冻害较为严重<sup>[15]</sup>。二是早春和深秋时期低温冻害即霜冻，霜冻随着全球气温变暖而呈增加趋势<sup>[16]</sup>，造成早春低温冻害主要原因是气温缓慢上升过程中出现短时间低温。陇东地区年平均气温逐渐上升，平均上升速度为 0.052 8  $^{\circ}\text{C}/\text{a}$ ，不同季节气温变化特点不同，冬季气温持续上升，上升幅度为 0.6~0.9  $^{\circ}\text{C}$ ，

而春季各阶段升温幅度达到了 0.9~1.0 °C<sup>[17]</sup>。冬小麦生育期与日照时数均为负相关,即冬季日照时数偏少,则冷空气活动频繁,气温过低会破坏冬小麦的休眠,是小麦根系受冻,起身后叶和茎等器官发育常年缓慢<sup>[18]</sup>。由于气温变化,冬小麦在越冬前生育期推迟,而在越冬后返青期提前,冬前生长旺盛,冬后提前返青,容易造成越冬伤害以及早春冻害。随着霜冻害程度加深,小麦产量大幅减少,霜冻害与前期土壤水分减少都能加重霜冻害的影响程度<sup>[19]</sup>。地处黄土高原中部的甘肃陇东地区气候变暖明显,冬小麦越冬期停止生长日数明显减少,春季返青和成熟收获期提前,全生育期缩短<sup>[20-22]</sup>,拔节—孕穗期早受霜冻危害的气候风险逐渐增大<sup>[23]</sup>。

在气候变暖的大背景下,冬季负积温呈极显著减少趋势,但最冷月平均气温和年极端最低温程显著升高趋势,尤其冬季负积温是影响黄土高原地区冬小麦种植的主要限制因子<sup>[24]</sup>。陇东地区月平均气温差异较大,以镇原县为例,近 23 年平均气温最低温度为 1 月,平均气温为 -5.25 °C,最高温度为 7 月,平均为 21.33 °C,23 年来 1—12 月平均气温标准差为 1.12~5.28。1 月、2 月、4 月和 12 月气温变化较大,其中 4 月份冬小麦正处于孕穗期,平均气温最高为 13.0 °C,最低气温为 1.6 °C(图 2),冬小麦容易受到霜冻,不孕小穗数增加,导致产量降低。

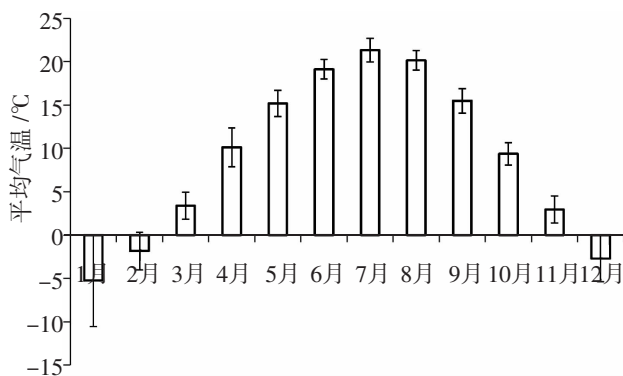


图 2 镇原县 1983—2017 年 1—12 月平均气温变化

## 2 陇东地区冬小麦抗寒旱栽培措施

针对陇东地区冬小麦生产中干旱与冬春低温冻害,积极采用生物主动御旱御寒配套抗旱耐寒栽培技术,提高冬小麦抵御逆境能力,达到冬小麦稳产。

### 2.1 选育抗旱耐寒冬小麦新品种

新中国成立以来,陇东地区冬小麦品种更替经历了 8 个时代,随着品种的不断更新,单产由 750 kg/hm<sup>2</sup> 增加至 3 000 kg/hm<sup>2</sup>。优良品种是能够充分利用自然、栽培环境中有利条件,避免或减少不利因素的影响,并能有效解决生产中和自然环境中一些不利的因素。陇东地区冬小麦优良品种要针对低温、干旱灾害,提高冬小麦品种本身抗旱耐寒能力,选择抗旱、抗寒、耐冻的稳产型品种。当地育种机构,如甘肃省农业科学院旱地农业研究所镇原试验站、平凉市农业科学院、庆阳市农业科学研究院等,针对当干旱少雨、冬季漫长、春季低温等特点,选育出了陇鉴系列、灵麦系列、陇育系列等冬小麦品种,具有良好的越冬性、抗旱性和丰产性,如近年来选育和引进的冬小麦品种陇鉴 386、陇鉴 108、中麦 175 等,生育期 270 d 左右,越冬性、抗旱性和稳产性表现良好,连续 5 a 平均产量为 4 740 kg/hm<sup>2</sup>,较当地主栽品种增产 8.65%。

### 2.2 夏休闲期地膜覆盖增温保墒

陇东高原 60%降水集中在 7—9 月,此时恰是冬小麦休闲期,降水与冬小麦生育期完全错位。针对该区域降水特点,为能够有效解决陇东地区冬小麦在生产中遇到的干旱和晚播冬小麦积温不足等突出问题,邓振镛等<sup>[25-26]</sup>研究提出了夏季地膜覆盖增温保墒技术。该技术重点解决了播前底墒不足问题,于 8 月下旬覆盖地膜,将雨季降水有效蓄集,从而提高冬小麦产量,夏休闲期集水后的底墒对冬小麦产量贡献率高达 38.6%<sup>[25-26]</sup>。相关研究表明,2009—2017 年播前土壤含水



量较对经常规覆膜平均增加 47.7 mm, 显著增加冬小麦播前底墒; 1997—2017 年平均产量达到 4 570.5 kg/hm<sup>2</sup>, 较对经常规覆膜增产 46.15%。同时地膜覆盖增温效果显著, 有效提高苗期至拔节期 5~25 cm 土层平均温度<sup>[27-29]</sup>, 日平均气温可增 5℃左右。

### 2.3 夏休闲期绿色覆盖保墒培肥地力

地膜覆盖造成土壤肥力下降<sup>[30]</sup>, 对土壤和生态环境造成白色污染<sup>[31-33]</sup>。为解决地膜白色污染问题, 赵刚等<sup>[34]</sup>提出了夏休闲期油菜绿色覆盖保墒技术。即在冬小麦收获后, 于 8 月上旬留茬播种油菜, 9 月中旬翻压还田, 夏休闲期土壤蓄水率 58.3%, 后作冬小麦耗水降低 16.75 mm, 产量与水分利用效率可分别增加 7.52%和 5.91%。冬小麦夏休闲期复种油菜可有效覆盖地表, 油菜在播前翻压还田, 具有提升土壤有机质、增加孔隙度、提高土壤有效水分之功效。

### 2.4 冬小麦全膜覆土穴播抗旱耐寒栽培

随着全球气候变暖, 气温不断升高, 冬季温度升高, 地膜覆盖后小麦冬前旺长, 造成不必要营养浪费, 越冬后返青期提前, 春季霜冻害时常发生。针对以上突出问题, 有人研究提出了全膜覆土穴播技术, 该技术是旱作农业又一重大创新技术, 是旱地小麦栽培的又一场革命<sup>[35]</sup>。该技术集成覆盖抑蒸、膜面播种穴集雨、雨水富集叠加利用、留膜免耕多茬种植等技术于一体, 集雨保墒和增温效果极其显著<sup>[36-37]</sup>, 有效解决了旱地小麦等密植作物生长期缺水和产量低而不稳的问题<sup>[38]</sup>。同时有效延缓苗期温度的迅速升降, 防止冬前生长旺盛, 养分消耗较大, 降低入冬后遭遇强冷空气而引起的冻害风险。

## 3 结束语

甘肃省发展现代丝路寒旱农业应遵循“发展有需要、建设有条件、技术有支撑、前期有基础、未来有前景”的原则, 从而有利于进一步明确现代特色农业发展的方向和

定位, 更好地发挥区域资源和区位优势, 丰富和完善我国农业区域发展的板块体系, 在全国形成错位发展格局。陇东地区素有“陇东粮仓”之称, 地处黄土高原腹地, 其地理位置和降水、气温等气候特征属于典型寒旱农业区。冬小麦生育期长, 生育期降水少、季节性干旱、冬春低温冻害等旱灾、寒灾害频发, 针对以上的突出问题, 以保证区域小麦持续发展和粮食安全目标, 以持续增进雨水资源的高效利用和增加冬春地温为核心, 强化抗旱耐寒品种配套现有抗旱耐寒技术的组装集成和发展技术的应用, 逐渐形成具有区域特色的抗旱耐寒技术体系, 促使冬小麦产量稳步提升。

随着全球气候逐渐变暖, 未来小麦播种和越冬期将可能进一步推迟, 返青至成熟期提前。生育期的变化使得生育阶段发生变化, 在气候变暖背景下, 季节性干旱和早春霜冻、入冬气温骤降冻害风险增加, 因此, 冬小麦生产中抗旱、耐寒问题将持续存在。为应对气候的变化, 冬小麦品种本身抵御干旱和冻害尤为重要<sup>[39-40]</sup>, 在选育出高抗冬小麦品种的基础上, 配套以抗旱御寒栽培技术, 从而保证冬小麦产业持续发展。

### 参考文献:

- [1] 李志, 赵西宁. 1961—2009 年黄土高原气象要素的时空变化分析[J]. 自然资源学报, 2013, 28(2): 287-299.
- [2] THALER S, EITZINGER J, TRNKA M, et al. Impacts of climate change and alternative adaptation options on winter wheat yield and water productivity in a dry climate in Central Europe [J]. The Journal of Agricultural Science, 2012, 150(5): 537-555.
- [3] 姚玉璧, 王润元, 杨金虎, 等. 黄土高原半湿润区气候变化对冬小麦生长发育及产量的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(16): 5154-5163.
- [4] 韩湘玲. 农业气候学[M]. 太原: 山西科技

- 术出版社, 1999: 22-45.
- [5] 贾建英, 韩兰英, 万信, 等. 甘肃省冬小麦干旱灾害风险评估及其区划[J]. 干旱区研究, 2019, 36(6): 1478-1486.
- [6] 林婧婧, 申恩青, 刘德祥. 甘肃省近 58 年春旱的气候特征及其对农业的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(1): 233-236.
- [7] 蒲金涌, 张存杰, 赵红岩, 等. 干旱对陇东及陇东南地区粮食产量的影响评估[J]. 华北农学报, 2008, 23(增刊): 163-166.
- [8] 吴乾慧. 育期农业干旱演变特征及风险区划[D]. 兰州: 西北师范大学, 2018.
- [9] 贾建英, 赵俊芳, 万信, 等. 黄土高原不同降水区休闲期土壤贮水效率及其对冬小麦水分利用的影响[J]. 生态学报, 2017, 37(17): 5704-5712.
- [10] 贾建英, 韩兰英, 万信. 甘肃冬小麦水分盈亏指数的改进及其应用[J]. 中国生态农业学报, 2018, 26(4): 559-566.
- [11] 郭海英. 陇东黄土高原冬小麦生产农业气象要素分析[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(2): 123-126.
- [12] 韩永祥, 董安详, 王卫东. 气候变暖对中国西北主要农作物的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(4): 179-185.
- [13] 郭海英, 索安宁, 杨兴国, 等. 陇东黄土高原农业物候对全球气候变化的响应[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 608-613.
- [14] 张谋草, 赵满来, 李锦萍, 等. 陇东塬区气象要素变化对冬小麦产量影响[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(4): 52235.
- [15] 孟繁圆, 冯利平, 张丰瑶, 等. 北部冬麦区冬小麦越冬冻害时空变化特征[J]. 作物学报, 2019, 45(10): 1576-1585.
- [16] 冯玉香, 何维勋, 孙忠富, 等. 我国冬小麦霜冻害的气候分析[J]. 作物学报, 1999, 25(3): 335-340.
- [18] 李祥科, 张红妮, 张洪芬, 等. 黄土高原冬季日照时数对冬小麦发育期的影响[J]. 中国农学通报, 2019, 35(31): 72-75.
- [19] 武永峰, 胡新, 钟秀丽, 等. 农田尺度下冬小麦晚霜冻害空间差异及原因分析[J]. 中国农业科学, 2014, 47(21): 4246-4256.
- [20] 王位泰, 张天峰, 黄斌, 等. 甘肃陇东黄土高原冬小麦对气候变暖的响应[J]. 生态学杂志, 2006, 25(5): 774-778.
- [21] 郭海英, 赵建平, 素安林, 等. 陇东黄土高原农业物候对全球气候变化的响应[J]. 自然资源学报, 2006, 21(4): 608-613.
- [22] 蒲金涌, 姚玉璧, 马鹏里, 等. 甘肃冬小麦种植区 50 多年的冬季气温变暖趋势及冬小麦生长发育过程对气候变暖的响应[J]. 应用生态学报, 2007, 18(6): 1237-1241.
- [23] 王位泰, 张天峰, 蒲金涌, 等. 黄土高原中部冬小麦对气候变暖和春季晚霜冻变化的响应[J]. 中国农业气象, 2011, 32(1): 6-11.
- [24] 吴乾慧, 张勃, 马彬, 等. 气候变暖对黄土高原冬小麦种植区的影响[J]. 生态环境学报, 2017, 26(3): 429-436.
- [25] 邓振镛, 张强, 王强, 等. 黄土高原旱作区土壤储水力和农田耗水量对冬小麦水分利用率的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(14): 3672-3678.
- [26] 邓振镛, 张强, 王强, 等. 黄土高原旱塬区土壤储水量对冬小麦产量的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(18): 5281-5290.
- [27] 刘凯, 谢英荷, 李廷亮, 等. 地膜覆盖对我国干旱半干旱地区土壤温度及土壤水分的影响[J]. 山西农业科学, 2019, 47(10): 1847-1852.
- [28] 杨俊峰, 龚月桦, 李生秀. 旱地小麦覆膜的生理生态效应研究进展[J]. 陕西农业科学, 2009, 55(5): 80.
- [29] 王俊, 李凤民, 宋秋华, 等. 地膜覆盖对土壤水温和春小麦产量形成的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 206.
- [30] 卜玉山, 苗果园, 周乃健, 等. 地膜和秸秆覆盖土壤肥力效应分析与比较[J]. 中国农业科学, 2006(5): 1069-1075.
- [31] 高宇, 王金莲, 赵沛义, 等. 地膜厚度对马铃薯生长及农田水热条件和残膜污染的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2018, 35(5): 439-446.
- [32] 高远. 论我国农用地膜污染防治法律制度[D]. 海口: 海南大学, 2015.
- [33] 李岸征. 论我国农用地膜污染防治法律对策

# 甘肃省旱地青贮玉米优质高产栽培技术规程

赵贵宾, 刘广才, 李博文

(甘肃省农业技术推广总站, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:** 从范围、规范性引用文件、术语和定义以及选地整地、土壤处理、配方施肥、地膜选择、种子准备、起垄、覆膜等播前准备, 播种期、播种规格、种植密度以及播种方式等播种环节, 苗期管理、追肥、防除杂草以及病虫害防治等田间管理, 收获与青贮, 残膜回收等方面制定了甘肃省旱地青贮玉米优质高产栽培技术规程。

**关键词:** 旱地; 青贮玉米; 栽培技术; 规程; 甘肃省

**中图分类号:** S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)05-0061-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.016

青贮玉米是指在适宜收获期内收获包括果穗在内的地上全部绿色植株, 并经切碎、加工, 适宜用青贮发酵的方法来制作青贮饲料以饲喂牛、羊等为主的草食牲畜的一类玉米<sup>[1-3]</sup>。与一般(籽粒)玉米相比, 玉米青贮具有生物产量高、营养丰富、气味芳香、柔软多汁、适口性好、消化率较高等特点<sup>[4-6]</sup>。青贮玉米是世界上畜牧业发达国家的重要饲料来源, 欧洲农牧发达国家广泛种植青贮玉米, 其青贮玉米种植面积占

玉米种植面积的 40%以上<sup>[7]</sup>。当前, 我国籽粒玉米生产过剩和优质饲草料供给不足的矛盾已经引起了国家的高度重视, 预计我国青贮玉米种植面积在 2030 年可达到 6 666.67 hm<sup>2</sup>, 占玉米种植面积的 20%<sup>[8]</sup>。目前甘肃省青贮玉米种植面积接近 5.33 万 hm<sup>2</sup>, 青贮玉米较籽粒玉米增收 9 000 ~ 12 000 元/hm<sup>2</sup>, 种植效益好, 对打造牛羊全产业链意义重大。为了在甘肃旱作区发展青贮玉米产业, 实施粮改饲工程, 推动种养业提质增效和甘

**收稿日期:** 2020-03-11

**基金项目:** 甘肃省科技重大专项计划项目“甘肃省小麦等六大粮油作物新品种选育及示范推广”(17ZD2NA016)。

**作者简介:** 赵贵宾(1963—), 男, 甘肃皋兰人, 推广研究员, 主要从事旱作农业、粮油作物技术与示范推广工作。Email: 530241799@qq.com。

**通信作者:** 刘广才(1966—), 男, 甘肃镇原人, 推广研究员, 博士, 主要从事耕作栽培及早作农业等方面研究与推广工作。Email: lgc633@163.com。

[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.

[34] 赵刚, 樊廷录, 李尚中, 等. 夏休闲期复种油菜对旱地土壤水分和小麦产量的影响[J]. 应用生态学报, 2013, 24(10): 2807-2813.

[35] 刘巽浩. 耕作学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994: 154-155.

[36] 侯慧芝. 全膜覆土穴播对春小麦水分利用、产量和碳氮磷计量的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.

[37] 刘生学, 张静, 刘广才. 旱地小麦全膜覆

土穴播技术高效施肥机理研究[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(3): 177-183.

[38] 李隆. 间作作物间促进与竞争作用研究[D]. 北京: 中国农业大学, 1999.

[39] 倪胜利, 李兴茂, 张国宏. 抗条锈高产优质冬小麦新品种陇鉴 108 选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2018(4): 1-4.

[40] 魏志平, 宋建荣, 周喜旺, 等. 冬小麦新品种中梁 35 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2019(6): 1-3.

(本文责编: 郑立龙)