



杨克泽,吴之涛,李文学,等.我国青贮玉米栽培技术研究进展[J].黑龙江农业科学,2024(9):114-119.

# 我国青贮玉米栽培技术研究进展

杨克泽,吴之涛,李文学,常浩,汪亮芳,徐志鹏,杨小龙,刘强

(甘肃省农业工程研究院/武威市玉米病虫害绿色防控技术创新中心/甘肃省玉米病虫害绿色防控工程研究中心,甘肃武威733000)

**摘要:**近年来,随着我国畜牧业的发展壮大和种植业结构调整,青贮玉米产业发展突飞猛进,对我国国民经济发展具有重要意义。随着“粮改饲”政策的实施,我国青贮玉米种植面积快速增加。结合前人最新研究进展和本团队工作实际,从播期、种植密度、施肥、种植模式、覆膜和收获时期等方面对青贮玉米生长及产量的影响研究进行综述和展望,今后需要对青贮玉米栽培方式进行系统研究和优化,明确各生产要素与青贮玉米产量和品质间的关系,创新集成绿色高效生产技术,积极应用和创新种植模式,实现技术与生产应用的结合。针对不同品种、地域和增产手段进行研究比较,重点研究可适用于大规模推行的绿色高效种植技术,破解青贮玉米高效种植关键技术和推广难题;加大科研投入,通过项目实施积极搭建产学研交流平台和技术推广体系,培养青贮玉米科技人才;积极制定不同生态区适应栽培品种技术规范,加大青贮玉米品种的推广示范力度,加强栽培技术的培训和宣传;做好病虫害的绿色防控,显著增加青贮玉米营养价值、生物产量和质量,从而指导青贮玉米产业快速高效发展。

**关键词:**青贮玉米;栽培技术;产业发展

玉米(*Zea mays* L.)是重要的粮食作物,对我国整个国民经济的发展有巨大的影响。随着人民生活水平的提高,对玉米的需求发生了重大转变,玉米逐渐从粮食作物转变为饲料作物。青贮玉米是我国牧草产业的重要组成部分,发展青贮玉米是促进我国畜牧业高质量发展的重要举措。种植高产量高品质的青贮玉米不仅可以给牛羊等草食动物提供丰富的营养物质,满足畜牧业发展需求,还可以改善农业生态环境,优化产业结构,能够对我国乡村振兴战略的实施提供科技支撑<sup>[1-2]</sup>。我国青贮玉米方面的研究相对较多,取得了一系列的重要进展,主要集中在品种选育、品种适应性选择、栽培技术、病虫害防治、机械收获和青贮技术等方面。虽然新品种的选育和播种前的品种选择非常重要,但栽培技术的提升优化是青贮玉米高产的关键。结合前人最新研究进展和本团队工作实际,从播期、种植密度、施肥、种植模式、覆膜和收获时期等多个方面对青贮玉米生长及产量的影响等方面进行综述和展望,以期为我国青贮玉米产业高质量发展提供一定的参考和指导。

## 1 我国青贮玉米发展现状

近年来,随着我国畜牧业发展需求的增加,青贮玉米产业发展突飞猛进,市场前景十分广阔。2015年前,我国青贮玉米种植面积较少,2016年中央一号文件强调:“加快发展草食畜牧业,支持青贮玉米和苜蓿等饲草料种植”,随着“粮改饲”政策的实施,青贮玉米种植面积快速增加,2023年中央一号文件更是明确提出“大力发展青贮饲料,加快推进秸秆养畜”,2022年青贮玉米种植面积达281.33万hm<sup>2</sup>,约占玉米总种植面积的6.5%<sup>[3]</sup>。未来,青贮玉米将成为国内牛羊等草食动物的主要饲料来源,青贮玉米行业发展潜力巨大<sup>[4]</sup>。我国青贮玉米育种起步较晚,1985年首次审定自有品种,但发展较快,2021年审定品种创历史新高,达52个,截止2023年国审和省审品种达400个以上,推广面积较大的品种主要有豫青贮23、京科青贮516、北农青贮208、雅玉青贮8号和郑青贮1号等,优势产区主要分布在内蒙古、黑龙江、辽宁、河北、宁夏、北京、新疆等地区<sup>[5]</sup>。我国青贮玉米品种在产量和品质上已达到或接近发达国家的水

收稿日期:2024-03-04

**基金项目:**中国科学院“西部青年学者”项目(23JR6KH032);陇原青年英才(中共甘肃省委人才工作领导小组[2022]5号);甘肃省科技厅技术创新引导计划-乡村振兴专题项目(23CXNH0008);武威市重点研发计划项目(WW2202YFN004);甘肃省农业工程技术创新基金重点项目(GNG2022ZD04)。

**第一作者:**杨克泽(1984—),女,硕士,高级农艺师,从事作物高效栽培及病虫害绿色防控技术研究。E-mail:307231530@qq.com。

**通信作者:**刘强(1971—),男,博士,研究员,从事土壤与植物营养及草业科学研究。E-mail:944614087@qq.com。

平<sup>[3]</sup>,且春播青贮玉米的产量略高于发达国家,在种植面积上我国与其他发达国家存在较大差距,欧洲青贮玉米种植面积占玉米总面积的 42%,而我国仅占 4%<sup>[1]</sup>。

## 2 我国青贮玉米栽培技术研究进展

### 2.1 播期对青贮玉米生长及产量的影响

在青贮玉米生产过程中播种过早或过晚都会影响青贮玉米产量和质量。大量研究表明,青贮玉米适当早播可以获得较高的产量和较好的秸秆营养品质<sup>[6-7]</sup>。随着青贮玉米播期的延后,其光合速率逐渐降低,果穗变短变细,从而影响干物质累积,最终导致减产<sup>[8]</sup>。在浑善达克沙地 5 月下旬至 6 月上旬播种青贮玉米可明显提高产量<sup>[9]</sup>,海河平原区青贮玉米适宜播种期在 6 月 5 日左右<sup>[5]</sup>,在大庆寒地,5 月 8 日—15 日播种青贮玉米生物量及干物质最高<sup>[10]</sup>。晚播会影响青贮玉米整株干物质产量,还会影响品质,从 5 月上旬至 6 月中旬,每晚播 1 d,干物质产量将降低 1%<sup>[11]</sup>。李雯等<sup>[12]</sup>研究表明在冀西北坝上农牧交错区德美亚 1 号的适宜播期为 5 月 7 日。终霜日前 7 d,在青海省海南州、海北州和海西州种植铁研 53 均能获得高产,在青海省东部农业区,终霜日前 15 d 种植可获得高产,品质也最佳<sup>[13]</sup>。在内蒙古东部中晚熟地区,随着青贮玉米播期的推后,其茎粗和株高均有增加趋势,生育进程加快,在 5 月 1 日左右播种北农青贮 368 等品种可使该地区青贮玉米达到优质高产的效果<sup>[14]</sup>。综上所述,青贮玉米营养品质指标随播期推迟表现出不同的变化趋势,生育期日照时数和降雨量是青贮玉米产量形成的关键。青贮玉米春播一般在 5~10 cm 土壤温度稳定在 10℃ 时进行,温度适宜时,要力争早播,若覆膜播种,可提早 10 d 左右。夏播则既要保障前茬作物的充分成熟,又要考虑下茬作物实时播种,所以要抢时播种,以争取更多光热资源,同时要充分利用前茬作物的水分和养分资源。

### 2.2 种植密度对青贮玉米生长及产量的影响

选用耐密品种是提高青贮玉米生物产量的途径之一,合理密植才能获得较高的生物产量和品质。在生育前期,密度会影响青贮玉米的株高,密度越大,株高越高<sup>[15]</sup>。密度对单株重、鲜物质产量、干物质产量、茎干重、叶干重和果穗干重具有极显著影响<sup>[15-17]</sup>。部分研究表明,随着种植密度增加,青贮玉米株高显著增加,而茎粗呈降低趋

势<sup>[16]</sup>。大量研究表明,在生育后期密度对株高影响不明显,但密度越大茎粗越小<sup>[18-19]</sup>。随着种植密度的增加,雅玉 8 号和登海 605 的生物产量和籽粒产量均先升后降,在山东省临沂地区青贮玉米适宜种植密度为 7.50 万株·hm<sup>-2</sup><sup>[20]</sup>。贾梦杨等<sup>[21]</sup>研究表明青贮玉米产量随着密度的上升先增后减,在冀西北地区适宜的种植密度为 7.95 万株·hm<sup>-2</sup>。刘晏斌等<sup>[22]</sup>研究表明在云南省罗平县海拔 1 000~2 000 m 区域 9.00 万株·hm<sup>-2</sup> 密度下较 7.50 万株·hm<sup>-2</sup> 密度下的青贮玉米单株品质有所下降,但能显著提高鲜草产量、玉米籽粒产量和干物质产量,增产效益明显。游永亮等<sup>[7]</sup>研究表明海河平原区青贮玉米适宜种植密度为 7.50 万~8.25 万株·hm<sup>-2</sup>,为降低成本,减少倒伏风险,推荐种植密度为 7.50 万株·hm<sup>-2</sup>。青海省各地区在种植铁研 53 时密度控制在 7.50 万~8.25 万株·hm<sup>-2</sup>,产量及综合营养品质最佳<sup>[13]</sup>。随着种植密度的增加,金刚青贮 50 和铁研 53 的总产草量以及总营养量呈上升趋势,且在 7.50 万株·hm<sup>-2</sup> 时最高<sup>[23]</sup>。郑单 958 作为青贮玉米在西藏山南河谷农区栽培的种植密度以 1.25 万~1.35 万株·hm<sup>-2</sup> 为宜,其产量和品质综合表现最佳<sup>[17]</sup>。实践证明,无论任何年份种植、任何品种和任何种植区域,青贮玉米合理密植是实现玉米优质高产的重要措施<sup>[24]</sup>。青贮玉米品种间耐密程度差异很大,适合的种植密度是青贮玉米获得较高生物产量的基础,不同密度下品种的产量和营养品质高低在一定程度上还与品种自身相配套的增产增效技术措施有关,因此,在条件具备的前提下,需针对地域和品种进行相关研究,以确定最适种植密度,以达到最高生产效益。

### 2.3 施肥对青贮玉米生长及产量的影响

施肥是提高青贮玉米生物产量的重要措施之一,我国青贮玉米种植长期存在肥料施用量高、种植密度低、生物产量低和人工成本高等问题。施肥量、施肥时间和施肥方法等与青贮玉米的产量和品质有密切关系<sup>[25]</sup>。在一定范围内,随着施肥量的递增可以显著增加青贮玉米的生物产量,但过高和过低的肥料用量均会导致产量下降<sup>[26]</sup>。氮素是影响青贮玉米生长和产量的重要因素。大量研究表明,施氮可以显著提高青贮玉米的干物质产量,在不同种植地点及不同栽培品种下青贮玉米干物质产量对氮肥的响应均存在差异<sup>[27]</sup>。由于环境因素等差异,青贮玉米产量对于氮肥施

用量的响应规律有差异,不同地区栽培青贮玉米的最佳施氮量也不同。研究发现,陇中干旱农业区青贮玉米最适施氮量为  $200 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,而陇东旱塬地区青贮玉米的施氮量为  $210 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  时,产量最高<sup>[28]</sup>。另一方面,过量施氮会影响籽粒碳同化过程,致使籽粒败育,降低玉米籽粒产量<sup>[29]</sup>。施氮时期对青贮玉米的生物产量也有重要影响,研究表明,在拔节期和大喇叭口期追施氮肥可显著提高青贮玉米的生物量<sup>[30]</sup>。有研究表明,缓控释肥可不同程度提高青贮玉米的产量,当按  $150 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  施缓释比例为 30% 的复合肥时,鲜草产量可达  $104\,680 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,较传统化学肥料一次施入和分次施入分别增加 10.14% 和 5.97%<sup>[31]</sup>。不同缓释肥比例对青贮玉米产量影响较显著,其中,以施缓释比例为 30% 的缓释氮肥  $120 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$  的产量最高,且较施速效氮肥省时省工<sup>[32]</sup>。缓控释肥的合理施用可以提高青贮玉米产量,不同缓控释肥比例之间增产效果差异明显<sup>[33]</sup>。有机肥配施在降低化肥投入量的前提下能够维持玉米营养价值,并且随着有机肥配施比例的增加土壤微生物量、碳、氮含量及土壤脲酶、碱性磷酸酶的活性显著提高<sup>[34]</sup>。张兰兰等<sup>[35]</sup>研究了 5 种微肥配合施用对青贮玉米产量的影响,提出了目标产量的最优微肥组合方案为硫酸锌  $28.75 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,硫酸锰  $10.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,硫酸铜  $30.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,硼砂  $5.00 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,钼酸  $0.93 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

## 2.4 种植模式对青贮玉米生长及产量的影响

不同种植模式对青贮玉米产量和品质有着显著的影响。目前,我国青贮玉米种植模式主要有单作、间作、混作、套作、复种以及沟、垄、穴、畦等的搭配和株、行距的不同配置方式。玉米等禾本科作物单一化种植和长期连作会破坏土壤有机质平衡,还可能引起土壤酸化和病虫害等问题<sup>[36]</sup>。青贮玉米与豆类、绿肥、牧草间、混、套作,有利于农牧业的循环发展。研究发现,不同种植模式对青贮玉米产量和品质的影响不同。青贮玉米与饲用油菜间作饲草产量下降,但以 1:2 混贮可获得较好品质的饲草,青贮玉米和大豆间作也可显著提高青贮玉米产量,而玉米和紫花苜蓿间作产量均不如单作<sup>[37-39]</sup>。玉米-苜蓿轮作模式下青贮玉米产量、淀粉、粗蛋白、粗脂肪含量均高于单作<sup>[40]</sup>。“早蒜薹-蒜头-青贮玉米”1 年多茬种植模式和多花黑麦草与青贮玉米轮作种植技术<sup>[41-42]</sup>,提高了青贮玉米生物产量和土地利用效率,增加了

农业经济效益。樊孝军等<sup>[43]</sup>研究的“小麦+双季青贮玉米”一年三熟制全株机械化青贮种植模式,为湖北江汉平原牛羊养殖户提供了充足的优质青贮饲料,也带动了当地养殖业的发展<sup>[44]</sup>。目前,在我国畜牧业生产中,青贮玉米的作用越来越大,创新种植模式,如发展复播青贮玉米和 1 年多茬种植模式等可最大限度调整农业产业结构,提高种植户的经济收入。

## 2.5 覆膜对青贮玉米生长及产量的影响

不同覆膜材料及覆膜模式对青贮玉米生长、产量及品质具有显著影响。大量研究表明,覆膜种植下能够明显提高青贮玉米产量,经济效益优于不覆膜种植,西北地区青贮玉米种植首选普通白色地膜<sup>[45-49]</sup>。与露地等行种植相比,宽窄行种植条件下覆膜可有效促进青贮玉米茎粗、株高、产量,产值显著提高<sup>[45]</sup>。在旱地玉米-拉巴豆间作栽培中选用全膜栽培模式,不论在粗蛋白质、酸性洗涤纤维还是乳酸浓度方面均与不覆膜模式差异显著,在产量方面,全膜栽培模式对青贮产量提升最高<sup>[48]</sup>。在河北省坝上地区,方玉 1201 起垄覆膜侧播种植模式在品质、产量、干物质累积、保温保墒等方面均显著优于其他模式,产量较不覆膜平作种植提高 20% 以上,酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维分别降低 4.94% 和 3.38%,淀粉含量提高 25% 以上,能够达到全株青贮玉米的标准<sup>[49]</sup>。甘肃省农业科学院旱地农业研究所王淑英等<sup>[50]</sup>的研究集成了半干旱区青贮玉米生物降解地膜覆盖栽培技术,推动了青贮玉米全程机械化、标准化和规模化绿色高效生产,为甘肃半干旱区农业的良性循环发展提供了技术保障。

## 2.6 收获时期对青贮玉米生长及产量的影响

生育时期决定着青贮玉米生产的粗蛋白、粗纤维等关键因素,不同生育时期青贮玉米生长发育特点不同,适期收获是青贮玉米种植十分关键的环节,过早或过晚都会影响饲草产量和品质,对青贮玉米高产栽培至关重要。青贮玉米的成熟度对青贮玉米的干物质累积和营养品质影响都较大,青贮玉米的收获时期应当在籽粒乳线下移 1/2 至 3/4 时期最佳。王胜男等<sup>[51]</sup>研究表明在雄穗开花后 25~30 d 适宜收获,此时期茎重达到最大,株高及穗部性状趋于稳定,产量较高。收获期推迟会导致青贮玉米干物质含量、淀粉含量、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量显著增加,但粗蛋白含量会降低<sup>[52]</sup>,邵春雷等<sup>[53]</sup>研究也得出了相



同结论。目前,许多研究认为青贮玉米在乳熟期和蜡熟期之间收获产量高,品质优<sup>[54]</sup>。因此,青贮玉米要根据不同品种不同地域适时收获,以保证产量和品质达到最优。在确保青贮玉米生物产量的同时,为提高玉米青贮质量,提倡在玉米含水量 65%~70% 时进行收获。

## 2.7 病虫害对青贮玉米生长及产量的影响

随着我国青贮玉米种植面积不断增加,重茬连作现象比较普遍,加之耕作制度的改变和农户防治意识的淡薄导致病虫害的严重发生。就我国而言,玉米病虫害防治主要集中在制种玉米和鲜食玉米方面。由于青贮玉米种植较密,病虫害发生较为普遍,严重影响青贮玉米的高产和稳产<sup>[55]</sup>。病虫害的发生严重影响我国青贮玉米的产量和品质,尤其是地下害虫的发生会造成缺苗断垄,大小苗现象,双斑萤叶甲咬食玉米雌穗花丝影响授粉,取食灌浆期籽粒引起穗腐,危害严重时可能造成绝收,暴食性草地贪夜蛾会大量取食玉米叶片,高温干旱会导致蚜虫和叶螨的大发生,土壤和种子带菌会造成死苗和弱苗,叶斑病的发生会降低青贮玉米的持绿性,穗腐病和茎腐病不但造成减产还会产生大量毒素,给家畜和人类健康造成严重威胁。青海省东部农业区青贮玉米病害类型多、病原菌种类复杂<sup>[56]</sup>。甘肃省青贮玉米重大病害为苗期根腐病、茎基腐病、小斑病、顶腐病和穗腐病等,重大虫害主要有草地贪夜蛾、棉铃虫、蚜虫、玉米螟、叶螨和蓟马等,造成损失最严重的病害是茎基腐病,虫害是草地贪夜蛾。然而,针对我国青贮玉米病虫害防治方面的研究较少,防控技术体系建设滞后,从而造成了较大的经济损失。

## 3 问题与展望

我国畜牧业的大力发展和种植业结构的调整有力推动了青贮玉米产业的快速发展,青贮玉米产量高低和品质优劣直接影响畜牧业的发展,青贮玉米产业发展对我国国民经济的发展具有非常重要的意义。青贮玉米全产业链提质增效关键技术涉及到农业生产的全过程,也涉及到育种、栽培、植保和机械等多个专业,全产业链发展过程中优质高效的栽培技术非常关键。青贮玉米实现高产需要协调好各关键生长因子间的关系和作用。除品种外,播期、密度、不同种植模式、养分等也是影响青贮玉米生长和产量的关键因子,播种期不同,青贮玉米生长过程中光热、水分等条件就会不同。不同品种间的耐密程度存在一定差别,适宜

的种植密度才能使青贮玉米获得最大产量。不同种植模式下,青贮玉米产量和品质也不同。国内,众多学者进行了品种适应性方面的研究<sup>[57-60]</sup>,大多数只针对密度和品种进行选择,缺乏对播期、施肥和收获期等方面的研究,对品种的示范推广力度也不够,绝大多数品种缺乏栽培技术标准,企业和农户缺乏技术的指导和支持,从而导致生产效率降低。因此,今后需要对青贮玉米栽培方式进行系统研究和优化,明确各生产要素与青贮玉米产量和品质间的关系,创新集成绿色高效生产技术,积极应用和创新种植模式,实现技术与生产应用的结合,并针对不同品种、地域和增产手段进行研究比较,重点研究可适用于大规模推行的绿色高效种植技术,破解青贮玉米高效种植关键技术和推广难题,加大科研投入,并通过项目实施积极搭建产学研交流平台和技术推广体系,培养青贮玉米科技人才,并积极制定不同生态区适应栽培品种技术规范,加大青贮玉米品种的推广示范力度,加强栽培技术的培训和宣传,做好病虫害的绿色防控,显著增加青贮玉米营养价值、生物产量和质量,从而指导青贮玉米产业快速高效发展,为乡村振兴战略的有效实施提供一定的科技支撑。

## 参考文献:

- [1] 丁光省. 我国青贮玉米发展现状及发展方向[J]. 中国乳业, 2018(4): 2-8.
- [2] 黄建辉, 薛建国, 郑延海, 等. 现代草产品加工原理与技术发展[J]. 科学通报, 2016, 61(2): 213-223.
- [3] 杜明, 李潜龙, 康云海, 等. 饲用玉米的研究进展[J]. 中国农学通报, 2023, 39(24): 18-23.
- [4] 卢欣石. 2020 我国饲草商品生产形势分析与 2021 年展望[J]. 畜牧产业, 2021(3): 31-36.
- [5] 王晓光, 史桂清, 刘春阁, 等. 中国青贮玉米产业现状及发展趋势[J]. 农学报, 2023, 13(7): 20-24.
- [6] 林红, 马延华, 潘丽艳, 等. 播期对不同类型青贮玉米产量和品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2022(4): 17-20.
- [7] 游永亮, 李源, 赵海明, 等. 播期和种植密度对青贮玉米生产性能和饲用品质的影响[J]. 草地学报, 2021, 29(11): 2615-2624.
- [8] 陈道培. 播期对夏玉米生长状况、光合速率及产量要素的影响[J]. 园艺与种苗, 2023, 43(9): 84-87.
- [9] 宋创业, 郭柯, 刘高焕. 播期对浑善达克沙地青贮玉米产量及生物量分配的影响[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(4): 865-868.
- [10] 贯春雨, 杨克军, 卢翠华, 等. 不同播期处理对寒地青贮玉米发育及经济学性状的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(1): 33-35.
- [11] 李钢, 刘惠青, 高飞, 等. 混播对青贮玉米产量和品质的影

- 响[J]. 草地学报, 2008, 16(4): 417-421.
- [12] 李雯, 马琳峰, 曹熙敏, 等. 播期对冀西北坝上农牧交错区青贮玉米产量和品质的影响[J]. 草地学报, 2021, 29(5): 1080-1086.
- [13] 甘淑萍, 杨学贵, 马玉清, 等. 青海省中晚熟青贮玉米‘铁研 53’的引种栽培[J]. 草业科学, 2021, 38(5): 927-934.
- [14] 郭傲, 朱英杰, 王晔, 等. 内蒙古东部中晚熟区青贮玉米产量和品质与气象因素的关系[J]. 核农学报, 2023, 37(3): 638-648.
- [15] 张晓, 苏亚军, 王瑛, 等. 品种和密度对青贮玉米生物量与农艺性状的影响[J]. 饲料研究, 2022, 45(15): 88-93.
- [16] ZHANG Q, ZHANG L Z, EVERS J, et al. Maize yield and quality in response to plant density and application of a novel plant growth regulator[J]. Field Crops Research, 2014, 164: 82-89.
- [17] 杨涛, 拥嘎. 西藏自治区青贮玉米适宜种植密度研究[J]. 西藏农业科技, 2022, 44(4): 35-40.
- [18] 华鹤良, 卞云龙, 李国生, 等. 密度和施氮量对青贮玉米产量与品质的影响[J]. 上海农业学报, 2014, 30(4): 81-84.
- [19] 王佳, 李阳, 贾倩民, 等. 种植密度与施氮对河西灌区青贮玉米产量与品质及水分利用效率的影响[J]. 西北农业学报, 2021, 30(1): 60-73.
- [20] 庄克章, 吴荣华, 张春艳, 等. 种植密度对不同类型玉米青贮产量和营养价值的影响[J]. 作物杂志, 2019(6): 140-144.
- [21] 贾梦杨, 姚泽英, 李长青, 等. 种植密度对青贮玉米生长发育、产量和品质的影响[J]. 饲料研究, 2020, 43(10): 105-108.
- [22] 刘晏斌, 杨丽萍, 刘琼波, 等. 高密度种植对青贮玉米生产性能的影响[J]. 云南农业, 2022(6): 73-76.
- [23] 高文辉, 杨柳, 赵利妮, 等. 青贮玉米不同种植密度的对比试验[J]. 中国农学通报, 2023, 39(26): 1-7.
- [24] ASSEFA Y, VARA PRASAD P V, CARTER P, et al. Yield responses to planting density for US modern corn hybrids: a synthesis-analysis[J]. Crop Science, 2016, 56(5): 2802-2817.
- [25] 刘苗. 施肥措施对土壤性质及作物产量的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2009.
- [26] 米娜瓦尔·艾买提, 石强, 张晓宏, 等. 施氮量对复播青贮玉米产量、氮吸收利用及土壤硝态氮含量的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2018, 41(5): 352-357.
- [27] LIU C G, ZHOU L M, JIA J J, et al. Maize yield and water balance is affected by nitrogen application in a film-mulching ridge-furrow system in a semiarid region of China[J]. European Journal of Agronomy, 2014, 52: 103-111.
- [28] 受娜, 高玮, 沈禹颖, 等. 不同施氮量对青贮玉米产量及水分利用效率的影响[J]. 草业科学, 2021, 38(7): 1351-1361.
- [29] WANG D, MO Y, LI G Y, et al. Improving maize production and decreasing nitrogen residue in soil using mulched drip fertigation[J]. Agricultural Water Management, 2021, 251: 106871.
- [30] 李志明. 陇单 7 号饲用玉米适宜种植密度及施肥量和方式初探[J]. 草业科学, 2011, 28(6): 1218-1220.
- [31] 王忠美, 赵敏, 朱玲玲, 等. 氮缓释复合肥对坝上地区青贮玉米产量及氮素利用率的影响[J]. 草地学报, 2012, 20(5): 888-893.
- [32] 马磊, 袁飞, 朱玲玲, 等. 氮复合肥种类及施氮量对坝上地区青贮玉米产量和品质的影响[J]. 草业学报, 2013, 22(6): 53-59.
- [33] 赵霞, 刘京宝, 王振华, 等. 缓控释肥对夏玉米生长及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(6): 247-249.
- [34] 白雪纯, 张君红, 冯魁亮, 等. 化肥减量配施有机肥对青贮玉米产量、营养价值及土壤微生物活性的影响[J]. 草业科学, 2020, 37(2): 348-354.
- [35] 张兰兰, 李运起, 李秋风, 等. 微肥配施对青贮玉米产量的影响[J]. 河北农业大学学报, 2009, 32(2): 6-10.
- [36] JIA Q M, WANG J, ALI S, et al. Nutrient management and cultivation techniques affect maize production through regulating greenhouse gas intensity and carbon budget under semi-arid climate[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 276: 124197.
- [37] 范晓庆, 赵心月, 王钰文, 等. 青贮玉米和饲用油菜间作对饲草作物产量和品质的影响[J]. 河南农业科学, 2023, 52(7): 40-51.
- [38] 瓮巧云, 黄新军, 许翰林, 等. 玉米/大豆间作模式对青贮玉米产量、品质及土壤营养、根际微生物的影响[J]. 核农学报, 2021, 35(2): 462-470.
- [39] 邵泽强, 刘书奇, 勾千冬, 等. 施氮和种植模式对玉米/紫花苜蓿间作体系中作物产量、吸氮量和根系形态的影响[J]. 东北农业科学, 2023(4): 6-11.
- [40] 王仪明, 雷艳芳, 魏臻武, 等. 不同轮作模式对青贮玉米产量、品质及土壤肥力的影响[J]. 核农学报, 2017, 31(9): 1803-1810.
- [41] 王森, 张康柱, 程助国, 等. 关中大蒜-青贮玉米一年多茬栽培技术[J]. 西北园艺, 2023(1): 13-15.
- [42] 熊力, 向进, 张依裕. 贵州喀斯特山区多花黑麦草和青贮玉米轮作与利用技术[J]. 现代畜牧科技, 2022(12): 48-51.
- [43] 樊孝军, 杨冰, 谭谭青, 等. 江汉平原“小麦+双季青贮玉米”种植模式研究[J]. 湖北畜牧兽医, 2016, 37(4): 9-10.
- [44] 苏龙. 新疆地区冬小麦收割后复播青贮玉米栽培技术[J]. 种子科技, 2023, 41(12): 79-81.
- [45] 鲁珊, 徐玉鹏, 陈善义, 等. 两种熟期类型青贮玉米品种对两种春播种植模式的增产效应[J]. 作物研究, 2022, 36(2): 117-121.
- [46] 曲珍, 曲尼, 旦增桑布, 等. 日喀则区域覆膜和不同种植密度对饲用玉米生产性能的影响[J]. 西藏农业科技, 2023, 45(3): 23-26.
- [47] 魏鹏程, 张芮, 王建旺, 等. 不同覆盖材料对西北地区青贮玉米生长性状及产量的影响[J]. 饲料研究, 2023, 46(11): 106-109.
- [48] 高应平, 郑炳辉, 梁天柱, 等. 不同覆膜形式对旱地玉米-拉巴豆间作栽培饲料产量及青贮品质的影响[J]. 中国饲料, 2023(4): 78-83.
- [49] 刘青松, 贾艳丽, 肖宇, 等. 河北省坝上地区青贮玉米旱作种植模式研究[J]. 中国草地学报, 2021, 43(10): 76-81.
- [50] 王淑英, 樊廷录, 李尚中, 等. 半干旱区青贮玉米生物降解地膜覆盖栽培技术规程[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 674-678.

[51] 王胜男,凡超杰,卢艳丽,等. 品种和收获期对青贮玉米农艺性状的影响[J]. 饲料研究,2023,46(5):91-96.

[52] 王丽学,霍文娟,刘景喜,等. 全株玉米青贮收获时期和留茬高度研究[J]. 山西农业科学,2016,44(5):609-613.

[53] 邵春雷,诸葛青,王冠东,等. 不同刈割时间和高度对青贮玉米营养成分的影响[J]. 浙江畜牧兽医,2018,43(4):3-4.

[54] 徐灿,陈永伟,张敏,等. 收获期对不同品种玉米生物产量和品质的影响[J]. 农业与技术,2023,43(2):1-5.

[55] 黄国庆青贮玉米的田间管理技术[J]. 现代畜牧科技,2021(9):70-71.

[56] 马学青,孔天赐,祁鹤兴. 青海省东部农业区青贮玉米病害种类初步调查[J]. 青海农林科技,2024(1):26-29

[57] 张娟娟,高应平. 4 个青贮玉米品种在庄浪县旱作区引种初报[J]. 甘肃农业科技,2021,52(6):69-74.

[58] 陈琦,马文清,汪兰英,等. 青贮玉米新品种引种试验初报[J]. 甘肃农业科技,2022,53(7):28-34.

[59] 杨希文,李永清,邓玉芳,等. 临夏州高寒旱作区粮饲兼用玉米新品种引种表现[J]. 农技服务,2022,39(6):10-12.

[60] 张永明,苟红玉. 青贮玉米和粮饲兼用玉米新品种在天水市引种初报[J]. 甘肃农业科技,2018(7):35-39.

Research Progress on Cultivation Techniques of Silage Maize in China

YANG Keze, WU Zhitao, LI Wenxue, CHANG Hao, WANG Liangfang, XU Zhipeng, YANG Xiaolong, LIU Qiang

(Gansu Academy of Agri-Engineering Techology / Wuwei Tech-Innovation Ceter for Green Prevention and Control of Maize Diseases and Pests / Gansu Engi-Research Center for Green Control of Maize Diseases and Pests,Wuwei 733000,China)

**Abstract:**In recent years, with the development of animal husbandry and the adjustment of planting structure, the development of silage maize industry had advanced rapidly, which was of great significance to the development of China's national economy. With the implementation of the policy of "Grain to Feed Reform", the planting area of silage maize in China has increased rapidly. Based on the latest research progress of predecessors and the actual work of our team, the effects of sowing date, planting density, fertilization, planting mode, film mulching and harvesting period on the growth and yield of silage maize were reviewed and prospected. In the future, it is necessary to systematically study and optimize the cultivation methods of silage maize, clarify the relationship between various production factors and the yield and quality of silage maize, innovate and integrate green and efficient production technology, actively apply and innovate planting mode, and realize the combination of technical research and production application. The research and comparison of different varieties, regions and yield-increasing methods were carried out, focusing on the green and efficient planting technology that can be applied to large-scale implementation, and solving the key technologies and promotion problems of efficient planting of silage maize. Increase investment in scientific research, actively build industry-university-research exchange platform and technology promotion system through project implementation, and cultivate silage maize scientific and technological talents; Actively formulate technical specifications for adaptive cultivation varieties in different ecological areas, increase the promotion and demonstration of silage maize varieties, and strengthen the training and publicity of cultivation techniques; Green prevention and control of diseases and insect pests can significantly increase the nutritional value, biological yield and quality of silage maize, so as to guide the rapid and efficient development of silage maize industry.

**Keywords:**silage maize;cultivation techniques;industrial development

欢迎关注本刊微信公众号

