**《玉米关键性状表型鉴定指标体系及采集技术规程》（报批稿）编制说明**

起草单位：农业农村部科技发展中心、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、山东省农业科学院作物科学研究所、黑龙江省农业科学院作物资源研究所、巴彦淖尔市农牧业科学研究所

负 责 人：韩瑞玺

联系电话：18701369680

邮 箱：wudifeixue007@163.com

农业农村部科技发展中心

2025年9月

**《玉米关键性状表型鉴定指标体系及采集技术规程》（报批稿）编制说明**

一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程等。

**（一）任务来源**

根据《关于下达2024年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》（农质标函﹝2024﹞71号），由农业农村部科技发展中心主持制定《玉米关键性状表型鉴定指标体系及采集技术规程》，立项编号NYB-24029。

**（二）制定背景**

玉米是一种重要的粮食作物，是世界上种植面积最大、种植范围最广，产量最高的粮食作物之一。玉米起源于美洲，十六世纪左右引入中国，是我国第一大粮食作物。截至2023年，全国已有33798个玉米申请品种保护，有23474个玉米通过了品种审定，对保障国家粮食安全发挥了重要的作用。习近平总书记强调，种源安全关系到国家安全，必须下决心把我国种业搞上去，实现种业科技自立自强、种源自主可控。2021年，我国实施种业振兴行动，加快推进挖掘优异种质资源、种业创新攻关、做强国家种业阵型企业、提升种业基地能力和知识产权保护“五大行动”。着眼于未来国际竞争和产业分工，我国加快转基因技术在农业领域的推广应用，2021年我国启动转基因玉米、大豆产业化科研试验田试点，2022年试点扩展至农户大田，2023年试点范围进一步扩大到河北、内蒙古、吉林、四川、云南5省20县，并在甘肃省安排制种。此外，2022年实施的新种子法，建立了实质性派生品种制度，进一步加强对原始品种权人利益的保障。

十四五以来，国家实施了种源关键核心技术攻关、生物育种重大专项和新品种培育等重大项目。品种是优良性状的载体，性状是种质资源评价、品种选育、品种测试的基础。玉米作为我国第一大作物，其性状的选择和性状数据采集方法对于传统育种和生物育种都具有极其重要的意义。在育种实践中，不同的育种家关注的性状并不一致。这些性状可能包括但不限于植株的形态特征（如植株高度、叶片形状等）、物候期性状（如散粉期、抽丝期等）、品质性状（如蛋白质、淀粉、脂肪含量等）、耐逆性（如抗倒性、抗病性和耐旱性）等。由于关注点不同，无法对品种特征特性形成统一的评价数据，不利于全面分析育种材料。此外，玉米性状数据采集目前主要靠人工完成，需要耗费大量的时间和人力，特别是对于大规模的作物群体而言，成本巨大。随着智能化表型测试技术的兴起，可以通过使用传感器、图像识别、大数据分析等手段，实现对作物性状数据的自动化采集和分析，大幅提高品种性状数据采集效率。然而，表型组测试领域聚焦的研究内容与品种评价、品种选育和品种测试等环节存在一定的脱节。因此有必要制定一套统一的玉米关键性状指标体系，并尽可能在此基础上实现性状数据的智能化采集，应用于种质资源评价、育种和品种评价测试等领域。

**（三）起草过程**

**1. 起草阶段**

**1.1 起草单位及任务分工**

本标准起草单位为农业农村部科技发展中心、中国农业科学院蔬菜花卉研究所、山东省农业科学院作物科学研究所、黑龙江省农业科学院作物资源研究所、巴彦淖尔市农牧业科学研究所，起草人分工情况见表1。

表1 起草人分工情况表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **性别** | **工作单位** | **项目分工** |
| 李 岩 | 男 | 农业农村部科技发展中心 | 项目组织实施 |
| 韩瑞玺 | 男 | 农业农村部科技发展中心 | 项目组织实施 |
| 张秀杰 | 女 | 农业农村部科技发展中心 | 项目组织实施 |
| 杨 坤 | 男 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 付深造 | 男 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 王东建 | 男 | 山东省农业科学院作物科学研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 李 铁 | 男 | 黑龙江省农业科学院作物资源研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 王永行 | 男 | 巴彦淖尔市农牧业科学研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 王晨宇 | 女 | 农业农村部科技发展中心 | 标准文本修改 |
| 任 君 | 女 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 张凯淅 | 男 | 农业农村部科技发展中心 | 标准文本修改 |
| 荆若男 | 女 | 农业农村部科技发展中心 | 标准文本修改 |
| 马莹雪 | 女 | 农业农村部科技发展中心 | 项目实施 |
| 丁小惠 | 女 | 农业农村部科技发展中心 | 标准文本撰写 |
| 韩贝贝 | 女 | 农业农村部科技发展中心 | 标准文本撰写 |
| 李嫒嫒 | 女 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 吴朝标 | 男 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 王宁宁 | 女 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |
| 陈思超 | 男 | 中国农业科学院蔬菜花卉研究所 | 田间验证和数据分析 |

**1.2确定玉米关键性状的范围和指标体系**

2023年11月—2024年02月：通过查阅文献和广泛征求玉米育种、种质资源、品种测试和种业管理等领域专家意见，明确了本标准所称的玉米关键性状组成。这些性状既包括传统的形态学性状、物候期性状，也包括抗逆性、抗虫性、抗病性、品质等生理生化性状，构建了玉米关键性状指标体系。

**1.3 确定关键性状的数据采集方法**

针对不同的关键性状，确定相应的性状数据采集方法，包括性状类型、性状名称、观测时期和观测方法等（详见附表2）。为了适应性状采集技术的发展，对于适合开展图像采集的性状，本标准提供了对图像采集的规范化要求。

**1.4田间验证**

2024年03月—2024年06月，起草组根据玉米已知品种性状历史数据，选择了66份包含普通玉米、甜玉米、糯玉米、爆裂玉米等主要类型的杂交种和自交系不同类型的代表性品种（附表1），进行田间种植和数据采集试验，对形成的玉米部分关键性状指标体系和采集技术进行了验证。

**1.5形成文本初稿**

2024年05月—2024年11月：结合田间验证结果，形成文本初稿，2024年7月和9月，项目主持人分别邀请玉米育种、品种测试等领域的专家进行了两轮标准初稿的讨论，根据专家意见和建议对文本进行了修改完善；11月最终确定了规程征求意见稿。

**2. 征求意见阶段**

2.1 征求意见形式

2.2 起止时间

2.3 发放范围及反馈意见回收情况。面向全国的11家科研单位的20位专家、XX家大专院校的XX位专家、XX家技术推广站的XX位专家、XX家生产单位的XX位专家、XX家学会、协会XX位专家、XX家检测中心的XX位专家、管理机构XX位专家等征求意见，发出《征求意见稿》。收到《征求意见稿》后，回函并有建议或意见的单位数XX个，专家XX人，包括XX家科研单位的XX位专家、XX家大专院校的XX位专家、XX家技术推广站的XX位专家、XX家生产单位的XX位专家、XX家学会、协会XX位专家、XX家检测中心的XX位专家、XX管理机构XX位专家等等。在专家意见基础上对标准文本和编制说明进行修改完善。

2.4反馈意见统计及处理情况等。

**3. 审查阶段**（据实填写，未经审查的不写本部分）

简述审查会组织召开时间、地点及审查组组成情况；主要审查意见； 着重阐述审查意见落实情况等。

**4. 报批阶段**（据实填写，未报批的不写本部分）

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

**（一）编制原则**

规范性原则：本标准的制定符合法律法规，符合有关标准要求，包括GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》、根据UPOV《TG/1/3 植物品种特异性、一致性和稳定性测试及统一描述总则》、《TGP/7/1 植物新品种测试指南的研制》、《GB/T 19557.1-2004 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南 总则》、《NY/T 3511-2019 植物品种特异性（可区别性）、一致性和稳定性测试指南编写规则》等技术文件和规范性文件的规定，结合玉米品种特点和栽培管理水平采用以下原则制订符合国内外实际情况的玉米关键性状表型鉴定指标体系及采集技术规程。

适用性原则：本规程的全部内容具有可操作性和适用性。

统一性原则：本规程与现行相关标准协调统一，不发生冲突。

先进性原则：本规程聚焦关键性状，既有传统的形态性状，又兼顾品质、抗性、生物育种以及生产适应性等性状，采集方式上既有传统的方法，又兼顾了未来智能化测试需求，满足育种、测试和评价等不同环节的需求。

**（二）主要内容及其确定依据**

1. 关键性状鉴定指标体系及其确定依据

（1）内容

本标准制定的关键性状表型鉴定指标体系由5大类54个性状组成（附表2），其中形态性状23个，品质性状4个，抗性性状22个（抗病性状8个、抗虫性状4个、抗倒性状2个，抗非生物逆境性状5个，抗除草剂性状3个），物候期性状3个，生产适应性性状2个。

（2）确定依据

确定原则：关键性状是玉米育种、种质资源评价、品种测试、生产或消费等方面的重要性状，性状表达相对稳定，能够用于识别、区分和评价品种。关键性状包括形态性状、品质性状、抗性性状、物候期性状以及适应生产需要的特性。起草组首先以《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米》（GB∕T 19557.24-2018）中的测试性状为基础，广泛征求全国20多家玉米DUS测试机构的意见和建议，着重筛选表达稳定、区分能力强、符合育种家育种目标的形态性状，共获得26个形态性状，在上述性状的基础上，进一步结合《国家农作物品种审定委员会办公室关于印发稻、玉米审定品种田间种植鉴定重要农艺性状清单的通知》（国品审办﹝2022﹞5号）中所列的性状，面向30位育种家征求意见，经过汇总梳理，共得到25个形态性状，4个品质性状、8个抗病性状、5个抗虫性状以及8个生产适应性相关性状，经过梳理，进一步征求了20名国内不同地区知名育种家（名单见附表3）的意见和建议，按照至少一半以上的育种家认可的性状筛选，共获得玉米关键性状54个，其中形态性状23个，品质性状4个，抗病性状8个，抗虫性状4个，抗倒性状2个，抗非生物逆境性状5个，抗除草剂性状3个，生产适应性性状2个。

试验过程：筛选出66份不同类型的玉米品种，2024年5月—11在中国农业科学院高新技术产业园进行种植试验，玉米播种采取人工直播方式进行，于2024年5月1日完成66份玉米播种，共设置2个重复，每重复的小区面积约9m2，株距30cm，行距60cm，每个重复品种植株数量为64株。2024年5—11月完成前期确定的相关性状的采集工作。成熟后每个小区收集不少于20个成熟果穗进行观测或测量，保证后续玉米果穗和籽粒性状的相关性状采集。

2. 关键性状采集方法及确定依据

（1）采集方法

本标准将关键性状根据采集方法分为三大类：一是传统的形态性状，可以采用人工采集或智能化采集。人工采集和分级方法主要参照了玉米DUS测试指南和种质资源评价规范，以确保和现行标准统一。智能化采集方法，重点考虑了基于图像的性状采集和自动分析方法。二是针对传统的品质、抗虫和抗病等性状，采集方法引用已经发布的相关国家或行业标准。三是近年来一些新的、面向未来的育种目标性状，如耐密性、耐高温等，这些性状是育种家十分关注但又评价标准不一，缺乏成熟的检测方法或者分级标准，短时间内又难以制定一套科学有效的方法。起草组通过调研育种单位和品种评价机构等得出54个玉米关键性状，在种植试验的过程中对这些性状进行调查验证得出，23个形态性状可通过人工测试或图像采集分析的方法进行，4个品质性状、8个抗病性状、4个抗虫性状、2个抗倒性状和2个生产适应性性状可根据已有的标准进行采集，部分抗逆性状可通过已有标准进行采集，3个抗除草剂性状通过查阅资料和咨询相关专家后采用喷施相应除草剂后观察植株的生长状态进行评价采集数据。

关于关键性状，目测性状直接采用代码进行记录，测量性状记录原始测量数据，最终转化为性状的表达状态。

（2）确定依据

GB 5009.5-2025 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定

GB 5009.6-2016 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定

GB 5009.9-2023 食品安全国家标准 食品中淀粉的测定

GB/T 15798-2009 粘虫测报调查规范

GB/T 19557.24-2018 植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米

NY/T 9-1984 谷类籽粒赖氨酸测定法 染料结合赖氨酸(DB L)法

NY/T 523-2020 专用籽粒玉米和鲜食玉米行业标准

NY/T 645-2017 玉米收获机质量评价技术规范

NY/T 685-2003 饲料用玉米蛋白粉

NY/T 1197-2006 农作物品种审定规范 玉米

NY/T 1209-2020 农作物品种试验与信息化技术规程

NY/T 1248.1-2006 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第1部分：玉米抗大斑病鉴定技术规范

NY/T 1248.2-2006 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第2部分：玉米抗小斑病鉴定技术规范

NY/T 1248.3-2006 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第3部分：玉米抗丝黑穗病鉴定技术规范

NY/T 1248.5-2006 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第5部分：玉米抗玉米螟鉴定技术规范

NY/T 1248.6-2016 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第6部分：腐霉茎腐病

NY/T 1248.7-2016 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第7部分：镰孢茎腐病

NY/T 1248.8-2016 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第8部分：镰孢穗腐病

NY/T 1248.9-2016 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第9部分：纹枯病

NY/T 1248.11-2016 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第11部分：灰斑病

NY/T 1248.14-2021 玉米抗病虫性鉴定技术规范 第14部分：南方锈病

NY/T 1272-2007 玉米油

NY/T 1611-2017 玉米螟测报技术规范

NY/T 2284-2012 玉米灾害田间调查及分级技术规范

NY/T 3699-2020 玉米蚜虫测报技术规范

NY/T 3866-2021 草地贪夜蛾测报技术规范

NY/T 3868-2021 玉米及玉米淀粉糊化特性测定快速粘度仪法

NY/T 4472-2025 玉米耐盐碱鉴定评价技术规程

NY/T 4473-2025 玉米抗旱性鉴定评价技术规程

SN/T 3297-2012 植物种质资源鉴定方法 玉米的鉴定

DB34/T 3857-2021 玉米品种耐热性评价技术规程

株幅、籽粒长度、水淹、草甘膦、草铵膦、咪睉啉酮类、抽穗-吐丝间隔和耐密性8个性状缺乏性状分级和数据采集标准。本标准起草过程中，参考相关文献并征集相关专家意见，分别制定了相应分级方法和数据采集方法。

株幅：使用卷尺或特制的测量工具测量植株的冠幅，即植株的最宽处，分级标准见附表5。

籽粒长度：使用游标卡尺测量籽粒从顶端到底端的最大距离，分级标准见附表5。

水淹：指在玉米生长期内，由于地表积水过多，导致土壤水分饱和，使玉米植株根部被水淹没的一种灾害，根据种植实际情况调查。可分为高抗（生长几乎不受影响），中抗（生长受到一定影响，但能恢复），低抗（生长受到严重影响，难以恢复）。

草甘膦、草铵膦和咪睉啉酮类：在玉米生长的不同阶段施用不同浓度的草甘膦、草铵膦和咪睉啉酮类药物，观察植株反应。耐受性可以分为高度耐受（药剂处理后生长正常），中度耐受（有一定药害，但能恢复），低度耐受（药害严重，难以恢复）。

抽穗-吐丝间隔：计算全小区50%的植株从雄穗抽穗之日到雌穗吐丝之日的间隔天数。

耐密性：不同的种植密度下测试玉米品种的产量和植株健康状况。耐密性高的品种在较高密度下仍能保持稳定的产量和良好的植株健康，而耐密性低的品种在高密度下产量和植株健康会显著下降。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

**（一）试验验证的分析、综述报告**

**1.试验情况**

根据玉米品种鲜食玉米、爆裂玉米、普通玉米等不同的品种类型筛选出66份玉米品种进行种植试验，以便进行规程所涉及的关键性状及采集方式的验证分析，其中糯质型品种10份、甜质型品种12份，普通类型品种12份、爆裂型品种7份、自交系类型品种25份（详见附表1）。品种的表现基本覆盖了关键性状的各种表达状态。

根据玉米种植要求，采用人工直播的方式进行，2024年5月1日种子播前先核对品种数量及田间编号是否有误，播种前3天进行用地规划，划分小区，每小区约9m2,株距30cm，行距60cm，种植两个重复，小区间间隔150cm，四周设保护行。

**2.形态性状**

针对形态性状（详见附表2），利用传统观测方式或图像分析等采集方式，对66份试验材料进行采集。并对相关数据进行分析显示，相关性状通过不同采集方式，均能获得鉴定区分品种要求的数据，且数据分布范围相对较大，通过数据代码分级处理可以较明确鉴定区分品种的差异。其中株型、穗上第一叶弯曲程度、雌穗花丝花青甙显色强度、果穗形状等9个性状通过目测方式进行数据采集，验证的66份玉米材料，以上性状表达包含了所有类型的表达状态。

形态性状中植株高度、株幅、穗上第一叶长度、穗上第一叶宽度等14个性状指标主要通过个体测量方法采集20个个体数据，计算平均值以描述玉米品种的表达状态。通过对66份验证材料的数据采集分析，结果显示数据分布范围相对可以较明确的描述品种或材料的性状表现。

**3.品质性状**

品质性状通过调研育种单位品种评价机构等，依据GB/T 19557.24-2018 《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米》筛选确定包含蛋白质、淀粉、脂肪和赖氨酸4个品质相关的关键性状指标，并确定其观测时期与检测方法。4个品质性状的检测方法主要分别根据GB 5009.5-2025《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》、GB 5009.9-2023 《食品安全国家标准 食品中淀粉的测定》、GB 5009.6-2016 《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》和NY/T 9-1984 《谷类籽粒赖氨酸测定法 染料结合赖氨酸(DB L)法》中的方法进行检测。

**4.抗性性状**

抗性性状是指抵抗不利环境的某些性状，包括抗病性、抗虫性、抗倒性、抗逆性、抗除草剂等。通过调研育种单位品种评价机构等，筛选确定育种趋势相对较为关注的8个抗病性状、4个抗虫性状、2个抗倒性状、5个抗逆性状和3个抗除草剂性状（详见附表2）。

抗病性性状包括抗大斑病、抗小斑病、抗灰斑病、抗纹枯病、抗南方锈病、抗穗腐病、抗茎腐病、抗丝黑穗病8个性状。

玉米的大斑病是由大斑病凸脐蠕孢引起的玉米的病害。检测方法可参照NY/T 1248.1-2006 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第1部分：玉米抗大斑病鉴定技术规范》。

玉米小斑病又称玉米斑点病，是由长蠕孢菌侵染引起的、发生在玉米的病害。检测方法可参照NY/T 1248.2-2006 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第2部分：玉米抗小斑病鉴定技术规范》。

玉米灰斑病又称尾孢叶斑病、玉米霉斑病，除侵染玉米外，可侵染高梁、香茅、须芒草等多种禾本科植物。检测方法可参照NY/T 1248.11-2016 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第11部分：灰斑病》。

玉米纹枯病是由立枯丝核菌引起的、发生在玉米的病害。检测方法可参照NY/T 1248.9-2016 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第9部分：纹枯病》。

南方锈病是一个在热带和亚热带玉米种植地区最常见的病害。检测方法可参照NY/T 1248.14-2021 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第14部分：南方锈病》。

玉米穗腐病又称赤霉病、果穗干腐病，是由禾谷镰刀菌、串株镰刀菌、青霉菌、曲霉菌、枝孢菌、单瑞孢菌等近20多种霉菌侵染所引起的、发生在玉米的病害。检测方法可参照NY/T 1248.8-2016 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第8部分：镰孢穗腐病》。

引起玉米茎腐病的原因有多种， 最重要的一类是真菌型茎腐病。检测方法可参照NY/T 1248.6-2016 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第6部分：腐霉茎腐病》和NY/T 1248.7-2016 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第7部分：镰孢茎腐病》。

玉米丝黑穗病又称乌米、哑玉米，是由黍轴黑粉菌引起的、发生在玉米的病害。检测方法可参照NY/T 1248.3-2006 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第3部分：玉米抗丝黑穗病鉴定技术规范》。

抗虫性状主要包括玉米粘虫抗性性状、玉米螟抗性性状、蚜虫抗性性状和草地贪夜蛾4种抗虫性状。

玉米粘虫是一种玉米作物虫害中常见的主要害虫之一。观测方法可参照GB/T 15798-2009 《粘虫测报调查规范》。

玉米螟是螟蛾科、野秆螟属节肢动物，又称箭秆虫、玉米钻心虫。观测方法可参照NY/T 1248.5-2006 《玉米抗病虫性鉴定技术规范 第5部分：玉米抗玉米螟鉴定技术规范》。

玉米蚜虫是蚜科缢管蚜属的一种昆虫。观测方法可参照NY/T 3699-2020 《玉米蚜虫测报技术规范》。

草地贪夜蛾是鳞翅目夜蛾科灰翅夜蛾属的一种，又称秋黏虫。观测方法可参照NY/T 3866-2021 《草地贪夜蛾测报技术规范》。

抗倒性性状包括抗倒伏和抗倒折2种，均可参照NY/T 1209-2020 《农作物品种试验与信息化技术规程》中的相关部分进行观测。

抗逆性性状主要包括干旱、水淹、低温、高温和盐碱5种。其中干旱、高温和盐碱分别可参照NY/T 4473-2025 《玉米抗旱性鉴定评价技术规程》、DB34/T 3857-2021 《玉米品种耐热性评价技术规程》和NY/T 4472-2025 玉米耐盐碱鉴定评价技术规程进行观测。水淹和低温通过2年种植试验根据品种的表现进行观测和分级。

抗除草剂性状主要包括草甘膦、草铵膦和咪睉啉酮类3种。目前3种抗除草剂性状均还未有相关的观测标准，通过2年的种植试验根据品种在使用这3种除草剂后的表现进行评级，主要分为5级，分别是1级（高抗）、2级（抗）、3级（中抗）、4级（感）和5级（高感）。

**5.物候期性状**

物候期性状指玉米与环境和对气候变化相适应的生理机能有规律性变化的习性，包括散粉期、抽丝期和抽穗-吐丝间隔等。散粉期观测整个小区，计算小区出苗到50%的植株雄穗主轴中部1/3处散粉的天数，记为散粉期；抽丝期观测整个小区，计算小区出苗到50%的植株雌穗花丝露出苞叶5cm左右的天数，记为抽丝期；抽穗-吐丝间隔观测整个小区，计算小区50%的植株臭水到叶丝间的天数，记为抽穗-吐丝间隔。测试方法宜参照GB/T 19557.24-2018 《植物品种特异性、一致性和稳定性测试指南 玉米》和根据2年试验结果所制定的标准。

**6.其他性状**

其他性状主要包括耐密性和适宜机收性。耐密性是指玉米在不同种植密度条件下，单株产量表现出的稳定程度，稳定程度与耐密性成正比，测量完熟期小区产量，测试品种设立梯度试验，设立5000、5500、6000、6500、7000株/亩5个梯度，3次重复，每个重复60m2，完熟期测定产量。适宜机收性是指玉米在成熟后能够满足机械化收获的要求，主要包括：适宜的种植模式和行距、直立紧凑的植株、成熟度一致的籽粒、合适的籽粒含水率、地面平坦整齐，目测玉米的果穗、茎秆、叶片、根系、穗位情况进行判定。

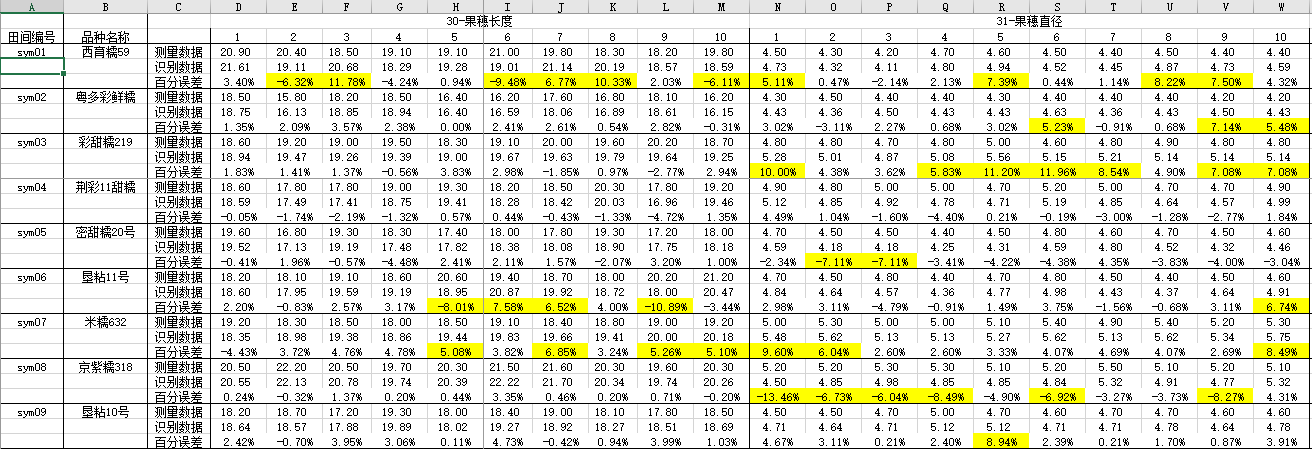
根据玉米已知品种性状的历史数据选择了66份不同类型的代表性玉米品种（附表1）进行种植试验，共采集性状数据66条，拍摄照片3000余张。这些品种的表现基本覆盖了关键性状的各种表达状态。每个性状均有不同的采集方式，采用人工观测/图像分析，能采用图像分析的性状均采集了相关照片进行图像分析，最终结合图像分析来验证性状是否可用图像分析来实现采集。通过试验结果得出在果穗测量性状果穗长度、果穗宽度等性状，通过人工测量和图像识别技术，误差范围大多控制在5%以内。同时经实践验证，以玉米果穗测量为例，从数据采集到获得电子版数据，10个品种人工测量约用时20min。而图像分析10个品种20张果穗照片用时约10s，到自动获得电子版数据用时最多1min。图像分析用时是人工的5%，节省95%。说明本规程的图像采集技术可行。数据比对结果见图1。品质性状、抗性性状、物候期性状和其他类型的性状可均依据已有的标准进行测试。

图1 图像识别数据与人工测量数据比对

**（二）技术经济论证**

应论述标准内容技术上是先进的，且标准实施经济上合理。

目前，玉米品种评价主要有两类方法。一种是玉米特异性、一致性和稳定性测试指南，主要列入了玉米的部分形态学性状、物候期性状，少量抗病性等生理性状作为选测性状列入。该指南的主要目的是区分品种，缺少育种关注的品质、抗病性、抗逆性性状以及反映生物育种育种目标和育种趋势的重要性状；另一种是品种审定领域应用的品种评价性状，主要是产量、抗病性和少量抗逆性性状，缺乏规范的性状分级方法和性状采集标准。本标准建立了一套的玉米关键性状表型鉴定指标体系，包含形态性状、品质性状、抗性性状等指标，并在此基础上制定了性状的标准化采集技术方法，为玉米品种选育、评价提供了标准化和规范化的依据。

**（三）预期的经济效益、社会效益和生态效益**

本项目的预期效益主要体现在三个方面。一是通过建立统一的关键性状指标体系，实现玉米种质资源评价和品种选育关键性状的标准化和规范化采集，在此基础上构建玉米关键性状数据库，为玉米育种提供性状数据支撑。二是依托统一的关键性状指标体系，提高智能化表型测试研究的针对性，确保研究成果能够直接服务于品种选育和品种测试等。三是有利于进一步加强种业知识产权保护。关键性状指标体系反映了育种家的育种目标，随着生物育种产业化的推进，对关键性状的改良将成为育种热点。我国新修改种子法建立了实质性派生品种制度，关键性状指标体系的建立，为实质性派生品种鉴定提供技术支撑，加强对原始品种权利人的利益保护。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

无相关国际、国外“同类”标准。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

无

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与现行的法律法规和强制性标准协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在充分征求各方意见的基础上形成，编制过程中未出现重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

据实说明。

无

九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

主要说明贯彻实施标准所需要条件，包括应采取的组织措施、技术措施、过渡办法等；应根据标准类型、主要使用对象给出相应的措施建议；要考虑标准使用者的实际情况，提出标准实施过渡期的建议。

贯彻实施本标准，需要品种保护办公室要求申请者在递交申请书、技术问卷，提交繁殖材料时严格按照指南要求提交合格的资料和材料，要求测试单位以及测试员在测试时严格按照本标准规定的试验设计、田间管理、观测时期、观测部位进行观测和数据分析。本标准发布后建议在6个月内实施。

十、其他应当说明的事项

主要包括标准项目任务完成中有关标准名称变更、对有争议问题、遗留问题处理、尚需探讨的问题和制定或修订配套标准的说明等。

附表1 玉米种植品种清单

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 品种名称 | 品种类型 | 试验年份 | 序号 | 品种名称 | 品种类型 | 试验年份 |
| 1 | 西育糯59 | 糯玉米 | 2024 | 34 | 畅玉188 | 普通玉米 | 2024 |
| 2 | 粤多彩鲜糯 | 糯玉米 | 2024 | 35 | CZ9945 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 3 | 彩甜糯219 | 糯玉米 | 2024 | 36 | CZ898 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 4 | 荆彩11甜糯 | 糯玉米 | 2024 | 37 | 球爆54830 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 5 | 密甜糯20号 | 糯玉米 | 2024 | 38 | 斯达爆8号 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 6 | 垦粘11号 | 糯玉米 | 2024 | 39 | 佳蝶24 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 7 | 米糯632 | 糯玉米 | 2024 | 40 | CZ1962 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 8 | 京紫糯318 | 糯玉米 | 2024 | 41 | CZ2614 | 爆裂玉米 | 2024 |
| 9 | 垦粘10号 | 糯玉米 | 2024 | 42 | XL5057 | 自交系 | 2024 |
| 10 | 斯达糯59 | 糯玉米 | 2024 | 43 | SVD4089 | 自交系 | 2024 |
| 11 | 京白甜686 | 甜玉米 | 2024 | 44 | SVB2D4 | 自交系 | 2024 |
| 12 | 斯达甜238 | 甜玉米 | 2024 | 45 | SVA3F35 | 自交系 | 2024 |
| 13 | 雪甜7401 | 甜玉米 | 2024 | 46 | SVA3F32 | 自交系 | 2024 |
| 14 | 瑞甜11 | 甜玉米 | 2024 | 47 | SVA3F22 | 自交系 | 2024 |
| 15 | 金银131 | 甜玉米 | 2024 | 48 | SV5805 | 自交系 | 2024 |
| 16 | 京科甜602 | 甜玉米 | 2024 | 49 | SV21F13 | 自交系 | 2024 |
| 17 | 墨琦 | 甜玉米 | 2024 | 50 | SV21F12 | 自交系 | 2024 |
| 18 | 先甜979 | 甜玉米 | 2024 | 51 | SV1211 | 自交系 | 2024 |
| 19 | 东甜4号 | 甜玉米 | 2024 | 52 | SV0140 | 自交系 | 2024 |
| 20 | 百帝伟810 | 甜玉米 | 2024 | 53 | O5012 | 自交系 | 2024 |
| 21 | 圣甜艾菲 | 甜玉米 | 2024 | 54 | NP1869 | 自交系 | 2024 |
| 22 | 百童丽 | 甜玉米 | 2024 | 55 | N6801 | 自交系 | 2024 |
| 23 | SVH6041 | 普通玉米 | 2024 | 56 | LB6064 | 自交系 | 2024 |
| 24 | SVH7061 | 普通玉米 | 2024 | 57 | LB6063 | 自交系 | 2024 |
| 25 | VTH5061 | 普通玉米 | 2024 | 58 | ADAQ3615 | 自交系 | 2024 |
| 26 | VTH7111 | 普通玉米 | 2024 | 59 | ADAA3608 | 自交系 | 2024 |
| 27 | VTH7131 | 普通玉米 | 2024 | 60 | D75029 | 自交系 | 2024 |
| 28 | 津选玉211 | 普通玉米 | 2024 | 61 | M9933B | 自交系 | 2024 |
| 29 | 梨玉368 | 普通玉米 | 2024 | 62 | 铁7922 | 自交系 | 2024 |
| 30 | 辽科958 | 普通玉米 | 2024 | 63 | P138 | 自交系 | 2024 |
| 31 | 辽科666 | 普通玉米 | 2024 | 64 | 中134 | 自交系 | 2024 |
| 32 | 通科A11 | 普通玉米 | 2024 | 65 | 黄早4 | 自交系 | 2024 |
| 33 | 红禾26 | 普通玉米 | 2024 | 66 | 自330 | 自交系 | 2024 |

附表2 玉米关键性状表

| **序号** | **性状类型** | **性状名称** | **观测时期** | **观测方法** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 形态性状 | 株型 | 雌雄穗开花盛期 | 人工观测/图像分析 |
| 2 | 植株高度 | 开花散粉期 | 人工观测/图像分析 |
| 3 | 株幅 | / | / |
| 4 | 穗上第一叶片长度 | 雄穗开花盛期至开花结束 | 人工观测/图像分析 |
| 5 | 穗上第一叶片宽度 | 雄穗开花盛期至开花结束 | 人工观测/图像分析 |
| 6 | 穗上第一叶弯曲程度 | 雄穗开花盛期至开花结束 | 人工观测/图像分析 |
| 7 | 苞叶长度 | 抽雄期至吐丝期 | 人工观测/图像分析 |
| 8 | 雄穗一级侧枝数目 | 抽雄期 | 人工观测/图像分析 |
| 9 | 雌穗花丝花青甙显色强度 | 吐丝期 | 人工观测/图像分析 |
| 10 | 穗位高度 | 乳熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 11 | 果穗长度 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 12 | 果穗直径 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 13 | 穗行数 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 14 | 行粒数 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 15 | 果穗形状 | 普通玉米：成熟期；甜糯玉米：乳熟中期到乳熟末期 | 人工观测/图像分析 |
| 16 | 穗柄长度 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 17 | 籽粒颜色数量 | 普通玉米：成熟期；甜糯玉米：乳熟中期到乳熟末期 | 人工观测/图像分析 |
| 18 | 单色玉米的籽粒顶端主要颜色 | 普通玉米：成熟期；甜、糯玉米：乳熟中期至乳熟末期 | 人工观测/图像分析 |
| 19 | 单色玉米的籽粒背面主要颜色 | 普通玉米：成熟期；甜、糯玉米：乳熟中期至乳熟末期拍摄 | 人工观测/图像分析 |
| 20 | 籽粒形状 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 21 | 籽粒长度 | 成熟期 | 人工观测/图像分析 |
| 22 | 籽粒类型 | 成熟期 | 人工观测 |
| 23 | 籽粒百粒重 | 成熟期 | 人工观测 |
| 24 | 品质性状 | 蛋白质 | 成熟期 | 仪器检测 |
| 25 | 淀粉 | 成熟期 | 仪器检测 |
| 26 | 脂肪 | 成熟期 | 仪器检测 |
| 27 | 赖氨酸 | 成熟期 | 仪器检测 |
| 28 | 抗性性状 | 大斑病 | 普通玉米和爆裂玉米：收获前10d-15d；鲜食玉米与青贮玉米：收获时 | 人工观测 |
| 29 | 小斑病 | 普通玉米和爆裂玉米：收获前10d-15d；鲜食玉米与青贮玉米：收获时 | 人工观测 |
| 30 | 灰斑病 | 普通玉米和爆裂玉米：收获前10d-15d；鲜食玉米与青贮玉米：收获时 | 人工观测 |
| 31 | 纹枯病 | 普通玉米和爆裂玉米：收获前10d-15d；鲜食玉米与青贮玉米：收获时 | 人工观测 |
| 32 | 南方锈病 | 普通玉米和爆裂玉米：收获前10d-15d；鲜食玉米与青贮玉米：收获时 | 人工观测 |
| 33 | 穗腐病 | 成熟期 | 人工观测 |
| 34 | 茎腐病 | 乳熟后期 | 人工观测 |
| 35 | 丝黑穗病 | 乳熟后期 | 人工观测 |
| 36 | 粘虫 | 成虫高峰期和大部分幼虫进入2龄期 | 人工观测 |
| 37 | 玉米螟 | 心叶期 | 人工观测 |
| 38 | 蚜虫 | 抽雄期开始至籽粒形成期 | 人工观测 |
| 39 | 草地贪夜蛾 | 苗期、喇叭口期、吐丝灌浆期 | 人工观测 |
| 40 | 倒伏 | 灌浆期至成熟期 | 人工观测 |
| 41 | 倒折 | 大喇叭口期以后 | 人工观测 |
| 42 | 干旱 | 出苗期、拔节到小喇叭口期、大喇叭口期、抽雄吐丝期、灌浆期 | 人工观测 |
| 43 | 水淹 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 44 | 低温 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 45 | 高温 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 46 | 盐碱 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 47 | 草甘膦 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 48 | 草铵膦 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 49 | 咪睉啉酮类 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 50 | 物候期性状 | 散粉期 | 全小区50%的植株雄穗主轴中部1/3处散粉之日 | 人工观测 |
| 51 | 抽丝期 | 全小区50%的植株雌穗花丝抽出5厘米左右之日 | 人工观测 |
| 52 | 抽穗-吐丝间隔 | 全小区50%的植株雄穗抽穗之日和雌穗吐丝之日 | 人工观测 |
| 53 | 其他性状 | 耐密性 | 整个生育期 | 人工观测 |
| 54 | 适宜机收性 | 成熟期 | 人工观测 |

附表3 玉米关键性状指标体系征求意见专家名单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **编号** | **姓名** | **工作单位** |
| 1 | 李建生 | 中国农业大学 |
| 2 | 陈绍江 | 中国农业大学 |
| 3 | 王天宇 | 中国农科院作科所 |
| 4 | 赵久然 | 北京市农林科学院 |
| 5 | 黄长玲 | 中国农科院作物所 |
| 6 | 李世晓 | 甘肃五谷种业股份有限公司 |
| 7 | 薛吉全 | 西北农林科技大学 |
| 8 | 丁照华 | 山东省农业科学院 |
| 9 | 陈化榜 | 中国科学院遗传与发育生物学研究所 |
| 10 | 黎 亮 | 中国农科院作科所 |
| 11 | 汤继华 | 河南农业大学 |
| 12 | 孙德全 | 黑龙江省农业科学院 |
| 13 | 曹靖生 | 黑龙江省农业科学院 |
| 14 | 刘宝申 | 山东农业大学 |
| 15 | 兰 海 | 四川农业大学 |
| 16 | 蒋才富 | 中国农业大学 |
| 17 | 时成俏 | 广西农科院玉米所 |
| 18 | 赵 涵 | 江苏省农科院 |
| 19 | 鲁晓民 | 河南省农科院 |
| 20 | 贺东刚 | 河北蠡玉种业 |

附表4 测量性状的数据分析结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **性状** | **极小值** | **极大值** | **极差** | **平均值** | **平均**  **标准差** | **平均变异系数%** | **LSD0.05** | **分级差** | **分级数** |
| 2.植株高度 | 149 | 335 | 186 | 232.45 | 41.87 | 18.01% | 8.64 | 20 | 9 |
| 4.穗上第一叶片长度 | 39.4 | 139 | 99.6 | 86.54 | 10.28 | 11.88% | 3.65 | 7 | 9 |
| 5.穗上第一叶片宽度 | 6 | 13 | 7 | 9.87 | 1.23 | 12.47% | 1.98 | 4 | 9 |
| 8.雄穗一级侧枝数目 | 0 | 35 | 35 | 14.12 | 6.82 | 48.31% | 3.07 | 6.5 | 9 |
| 10.穗位高度 | 25 | 156 | 131 | 78.68 | 21.65 | 27.53% | 9.59 | 20 | 9 |
| 11.果穗长度 | 13 | 29 | 16 | 19.76 | 2.78 | 14.07% | 1.26 | 2.5 | 9 |
| 12.果穗直径 | 3.2 | 6.6 | 3.4 | 4.73 | 0.46 | 9.73% | 0.23 | 0.5 | 9 |
| 13.穗行数 | 10 | 22 | 12 | 15.88 | 2.21 | 13.91% | 1.06 | 2.5 | 9 |

附表5 玉米关键性状指标体系数量性状分级表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **性状** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| 2．植株高度（cm） | ≤157.5 | 157.5-187.5 | 187.5-222.5 | 222.5-257.5 | 257.5-292.5 | 292.5-327.5 | 327.5-362.5 | 362.5-397.5 | ≥397.5 |
| 3．株幅（m） | ≤0.6 | 0.6-0.9 | ＞0.9 |  |  |  |  |  |  |
| 4．穗上第一叶片长度（cm） | ≤56.5 | 56.5-63.5 | 63.5-70.5 | 70.5-77.5 | 77.5-84.5 | 84.5-91.5 | 91.5-98.5 | 98.5-105.5 | ≥105.5 |
| 5．穗上第一叶片宽度（cm） | ≤6.5 | 6.5-7.5 | 7.5-8.5 | 8.5-9.5 | 9.5-10.5 | 10.5-11.5 | 11.5-12.5 | 12.5-13.5 | ≥13.5 |
| 7. 苞叶长度（cm） | ≤1 | 1-3 | ＞3 |  |  |  |  |  |  |
| 8．雄穗一级侧枝数目（个） | ≤9.8 | 9.8-10.2 | 10.2-10.6 | 10.6-11 | 11-11.4 | 11.4-11.8 | 11.8-12.2 | 12.2-12.6 | ≥12.6 |
| 10. 穗位高度（cm） | ≤57.5 | 57.5-72.5 | 72.5-87.5 | 87.5-102.5 | 102.5-117.5 | 117.5-132.5 | 132.5-147.5 | 147.5-162.5 | ≥162.5 |
| 11. 果穗长度（cm） | ≤13 | 13-15 | 15-17 | 17-19 | 19-21 | 21-23 | 23-25 | 25-27 | ≥27 |
| 12. 果穗直径（cm） | ≤2.85 | 2.85-3.15 | 3.15-3.45 | 3.45-3.75 | 3.75-4.05 | 4.05-4.35 | 4.35-4.65 | 4.65-4.95 | ≥4.95 |
| 13. 穗行数（行） | ≤11 | 11-13 | 13-15 | 15-17 | 17-19 | 19-21 | 21-23 | 23-25 | ≥25 |
| 21. 籽粒长度（cm） | ≤0.7 | 0.7-0.9 | ＞0.9 |  |  |  |  |  |  |
| 28. 大斑病 | ≤5% |  | 6%-10% |  | 11%-30% |  | 31%-70% |  | 71%-100% |
| 29. 小斑病 | ≤5% |  | 6%-10% |  | 11%-30% |  | 31%-70% |  | 71%-100% |
| 30. 灰斑病 | ≤5% |  | 6%-10% |  | 11%-30% |  | 31%-70% |  | 71%-100% |
| 32. 南方锈病 | 0% |  | 0%-25% |  | 26%-50% |  | 51%-75% |  | 76%-100% |
| 33. 穗腐病 | ≤1.5 |  | 1.6-3.5 |  | 3.6-5.5 |  | 5.6-7.5 |  | 7.6-9.0 |
| 34. 茎腐病 | 0%-5% |  | 5.1%-10.0% |  | 10.1%-30.0% |  | 30.1%-40.0% |  | 40.1%-100% |
| 33. 丝黑穗病 | 0%-1% |  | 1.1%-5% |  | 5.1%-10% |  | 10.1%-40% |  | 40.1%-100% |
| 36. 粘虫（头） | ＜3 | 4-10 | 11-30 | 31-50 | ＞50 |  |  |  |  |
| 53. 耐密性（株/亩） | 5000-5500 | 5500-6000 | 6000-6500 | 6500-7000 | ≥7000 |  |  |  |  |