团 体 标 准

《饲用燕麦耐盐性鉴定技术规程》

编制说明

《饲用燕麦耐盐性鉴定技术规程》团标制定组

2026 年 11 月

目 次

一、 工作简况 1
二、 标准编制原则和确定标准主要内容 4
三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果 7
四、标准涉及的相关知识产权说明 18
五、采用国际国内标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系 18
六、重大意见分歧的处理经过和依据 19
七、实施建议 19
八、其他应予说明的事项 22
参考文献 23

《饲用燕麦耐盐性鉴定技术规程》编制说明

一、工作简况

包括任务来源、协作单位、主要工作过程、起草组成员及其所做的主要工作等；

1、任务来源

本次团体标准由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所提出， 由中国草学会批准立项。由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所牵头，组织相关单位成立标准起草组，依据《中华人民共和国标准化》《团体标准管理规定》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》等相关法律法规及相关要求，制订工作计划并严格按照标准立项、标准调研、起草、征求意见、技术审查、报批、发布等流程执行。

标准提出单位：中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，中国农业科学院草原研究所，中国农业大学

归口单位：中国草学会

2、起草单位及协作单位

起草单位：中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，中国农业科学院草原研究所，中国农业大学。

协作单位：河北省北方学院、河北省农林科学院农业资源环境研究所、山西农业大学（山西省农业科学院）高寒区作物研究所。

3、主要工作过程

2025 年 12 月正式启动标准立项申请，主要过程包括：

3.1 立项筹备与前期调研：组建标准起草组，明确分工。系统收集、整理国内外关于燕麦及其他禾谷类作物耐盐性鉴定评价的已有标准、

学术文献、研究报告，明确饲用燕麦耐盐性鉴定的特殊需求与关键难点。

3.2 试验研究与数据积累：结合起草团队前期研究基础，开展饲用燕麦种质资源及不同燕麦品种芽苗期耐盐性评价，筛选盐浓度及鉴定方法的适用性与可靠性。

3.3 标准草案起草：依据试验验证结果，参照 GB/T 1.1《标准化工作导则》的要求，起草标准草案。草案内容应清晰界定适用范围、规范性引用文件、术语和定义，并详细规定鉴定条件、鉴定时期、鉴定方法、评价指标与方法、鉴定报告。

3.4 征求意见与修改：将标准草案发送至相关科研院所、高校、企业、推广部门等广泛征求意见。组织专家咨询会、研讨会，对关键技术条款、指标阈值、可操作性进行深入讨论。根据反馈意见对草案进行多轮修改、补充和完善。

3.5 审定与报批：形成标准送审稿，提交至相关标准化技术委员会（如中国草学会团体标准技术委员会）进行技术审查。根据审定意见进行最终修改，形成报批稿，按规定程序上报主管部门批准发布。

4、起草组成员及其所做的主要工作

本标准主要起草人为：康俊梅、赵金梅、张铁军、刘忠宽、李跃、孙彦、刘贵河、郑敏娜

表 1 起草组成员及其所做的主要工作

姓名	工作单位	职称	主要工作内容
康俊梅	中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	研究员	课题主持人，负责标准编写、验证和修订。
赵金梅	中国农业科学院草原研究所	副研究员	课题参与人，参与标准编写和指标验证。
张铁军	中国农业科学院北京畜牧兽医研究所	研究员	课题参与人，参与标准编写和指标验证。
刘忠宽	河北省农林科学院农业资源环境研究	研究员	主要参与人，参与标准技术部分审核。
李跃	中国农业大学	讲师	课题参与人，参与标准的指标验证。
孙彦	中国农业大学	教授	课题参与人，参与指导标准的审核工作。
刘贵河	河北省北方学院	研究员	主要参与人，参与标准的指标验证
郑敏娜	山西农业大学（山西省农业科学院）	副研究员	主要参与人，参与标准的指标验证。

5、制定标准的必要性和意义

5.1 土壤盐渍化问题严峻：土壤盐碱化是限制世界农业发展的重要因子，据统计全球约有 100 多亿亩盐碱地，而且每年还有大量农田被次生盐渍化。我国有盐碱地近 5 亿亩，其中约 1 亿亩分布于农田，由于盐渍化的影响，这些土地的生产力水平很低，严重制约农业生产和生态安全。因此，筛选和培育耐盐牧草品种，是开发利用盐渍化土地增加我国土地后备资源的重要举措，也是保障国家饲料粮安全的重要途径。

5.2 燕麦作为重要饲草的需求：燕麦（*Avena sativa* L.）是禾本科燕麦属一年生草本植物，在全球温带地区被广泛种植，是集粮食、饲料、保健和生态价值于一身的重要作物。燕麦有皮燕麦和裸燕麦两种。

从种植分布来看，我国农业生产中裸燕麦占据绝对优势，其种植比例高达全国燕麦总面积的90%。燕麦有较好的环境适应能力，具有抗旱、抗寒、耐贫瘠等优良特性。基于这些优良的农艺性状，燕麦已成为全球范围内分布最广的谷类作物之一。燕麦在全球 40 多个国家都有种植，种植面积约为 1191 万公顷，主要集中种植于北纬 40°以北的亚洲、欧洲、美洲地区。当前，我国燕麦种植面积已达70 万公顷，并保持稳定增长态势。在我国燕麦主要产区有华北燕麦产区、西北燕麦产区和西南燕麦产区这与我国盐碱地的分布情况大致吻合，在盐碱地种植燕麦不仅能够提高贫瘠耕地的开发利用率，还能作为高寒牧区重要的饲草来源，为畜牧产业可持续发展做出重要贡献。因此，开展燕麦耐盐性鉴定评价，对于盐碱地种植区燕麦品种选择、耐盐性遗传改良及栽培管理至关重要。

5.3 技术标准化的缺失：目前，国内外对作物耐盐性鉴定方法多样，但在饲用燕麦领域，缺乏统一、科学、可操作性强的耐盐性鉴定技术标准。这导致不同研究机构或育种单位的鉴定结果难以比较，限制了耐盐种质资源的有效评价、共享和利用。

5.4 产业发展的迫切需求：为推进“草牧业”发展，实施“藏粮于地、藏粮于技”战略，制定一套规范的耐盐性鉴定技术规程，可为燕麦种质资源的耐盐性鉴定评价，以及饲用燕麦耐盐新品种审定、区域化布局及盐碱地饲草生产提供关键技术支撑。

二、标准编制原则和确定标准主要内容

（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据；标准修订项目还应当列出新、旧标准水平的对比；

（一）标准编制原则

1.1 目的性原则：标准应明确其制定的目的和适用范围，以满足特定领域或行业的实际需求。

1.2 性能原则：标准的技术内容应具有先进性和合理性，确保其在实施后能产生良好的社会、经济和生态效益。

1.3 可证实性原则：标准的内容应基于科学原理和实践经验，确保其准确性和可靠性。

1.4 统一性：标准应与其他相关标准保持一致，确保整体协调。

1.5 实用性：标准应具备普适性和实用性，以便于在实际应用中发挥作用。这些原则有助于确保标准的有效性和适用性。

（二）确定标准主要内容的依据

2.1 范围

本文件规定了饲用燕麦耐盐性鉴定评价的材料准备、评价方法及种质资源及品种（系）的抗性水平划分等技术内容。本文件适用于饲用燕麦研究者对于燕麦种质资源及品种的耐盐性评价鉴定。

2.2 规范性引用文件

本标准的规范性引用文件包括 4 项。其中，《小麦耐盐性鉴定技术规程》（DB13/T 1470）是本标准术语和定义的重要来源。作为粮食作物的燕麦种质资源耐盐性评价研究有较完备的技术积累和标准规范，也为本标准研究提供了重要参考。本标准技术内容的编制主要

依据相关试验数据，并参考与小麦、燕麦抗逆相关的地方标准，即《燕麦种质资源耐盐碱性鉴定规程》（DB15/T 3773-2024）、《草种子检验规程》(GB/T 2930)、玉米耐盐碱鉴定与评价技术规程(DB15/T 2893)和棉花耐盐性鉴定技术规程（NY/T 3535）。

2.3 术语定义

为便于理解标准的技术内容，本标准给出了 5 条与燕麦耐盐性相关的术语和定义。

耐盐性 saline tolerance

指植物在盐胁迫环境下，其生长发育和产量形成对盐害的耐受能力。

盐害 salt damage

指植物生长环境（土壤或水培）中因盐分积存过多而导致植物受害的现象。

耐盐指数 salt injury index of seedlings

饲用燕麦芽苗期耐盐性评价的综合指标，指供检品种相对耐盐指标之和与对照品种相对耐盐指标之和的比值。

对照品种 compare breeding

为比较鉴定材料品种间的耐盐性，设公认耐盐品种为对照品种，本规程中以白燕 7 号作为对照品种。

相对值 opposite value

同一品种的盐处理与非盐对照处理的耐盐性状统计值的比值。

2.3 技术指标、参数

评价时期的选择：本标准将测定时期定为萌发期与幼苗期。此时期是饲用燕麦对盐胁迫最敏感的时期，对发芽率和苗期生长影响最大，是评价耐盐能力的关键时期。

对照品种的设定：根据前期大量实验和数据分析，本标准推荐了已知耐盐品种白燕 7 号燕麦品种作为对照，以增强耐盐性的可比性。

评价分级：采用五级分类法（极强、强、中等、弱、极弱），与农作物抗性评价分级保持一致，便于标准的理解与应用。

2.4 试验方法

本标准包括 3 种评价方法，适用于多种环境和试验条件。三种方法由简到繁，形成互补，满足不同精度和应用层次的需求。

耐盐指数法是供检品种相对耐盐指标之和与对照品种相对耐盐指标的比值。该方法通过有限的指标量化耐盐能力，操作相对简单，适用于大量种质资源的初步筛选和比较。

2.5 检验规则

本标准在附录中详细列出各项指标的测定方法，确保操作规范。

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

3.1 植物材料

本研究中所使用的 144 份种质资源材料由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所提供。这些材料主要来自中国华北地区：包括河北、山西；西北地区：包括内蒙古、甘肃、陕西、青海、宁夏、新疆；西南地区：包括云南、贵州、四川、重庆、西藏；华中地区：包括湖北、

河南；东北地区：黑龙江、吉林、辽宁，涵盖了中国大部分地区的地方育成品种，具体信息见表 2。

表2　供试燕麦种质资源名称及来源

编号	原产地	品种（种名）	品种类型	编号	原产地	品种（种名）	品种类型
k1	呼和浩特	老莜麦	地方品种	k101	陕西汉中	小莜麦	地方品种
k2	河北张家口	莜麦	地方品种	k102	河北张家口	莜麦	地方品种
k4	河北张家口	莜麦	地方品种	k104	河北张家口	小莜麦	地方品种
k5	河北保定市	大莜麦	地方品种	k105	河北张家口	莜麦	地方品种
k6	河北张家口	莜麦	地方品种	k106	山西晋中	长莜麦	地方品种
k7	河北张家口	莜麦	地方品种	k107	河北张家口	老莜麦	地方品种
k9	河北张家口	莜麦	地方品种	k108	重庆	巴山燕麦	地方品种
k10	呼和浩特	老莜麦	地方品种	k111	河北张家口	莜麦	地方品种
k11	河北张家口	莜麦	地方品种	k113	河北张家口	大莜麦	地方品种
k12	湖北恩施市	咸丰燕麦	地方品种	k116	山西大同	天镇莜麦	地方品种
k13	湖北十堰市	房县燕麦	地方品种	k119	山西忻州	老莜麦	地方品种
k14	湖北神农架	神龙架燕麦	地方品种	k120	河北张家口	大燕麦	地方品种
k15	湖北神龙架	神龙架燕麦	地方品种	k122	山西忻州	五寨莜麦	地方品种
k16	呼和浩特	燕科 1 号	育成品种	k123	山西阳泉	农家莜麦	地方品种
k18	河北张家口	冀品2 号	育成品种	k124	呼和浩特	武川莜麦	地方品种
k20	河北张家口	大滴子燕麦	地方品种	k127	河北张家口	莜麦	地方品种
k22	甘肃定西	燕麦	地方品种	k129	内蒙古包头	达茂旗莜麦	地方品种
k23	西藏山南	玉麦	地方品种	k130	陕西延安	志丹燕麦	地方品种
k26	河北张家口	莜麦	地方品种	k131	贵州贵阳	紫口燕麦	地方品种
k27	乌兰察布	板申图莜麦	地方品种	k132	甘肃天水	燕麦	地方品种
k28	甘肃定西	燕麦	地方品种	k133	内蒙古包头	石拐枝麦	地方品种
k32	河北张家口	坝莜3 号	育成品种	k134	甘肃天水	小粒枝麦	地方品种
k33	青海海东	小燕麦	地方品种	k135	河北张家口	莜麦	地方品种
k34	河北张家口	油麦子	地方品种	k139	贵州威宁	沃角	地方品种
k35	乌兰察布	白音坝莜麦	地方品种	k140	河北张家口	小燕麦	地方品种
k37	甘肃酒泉	大燕麦	地方品种	k142	河北张家口	黄燕麦	地方品种
k39	甘肃天水	燕麦	地方品种	k144	河北张家口	老燕麦	地方品种
k40	河北张家口	莜麦	地方品种	k145	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k41	河北张家口	莜麦	地方品种	k146	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k42	河北张家口	莜麦	地方品种	k147	河北张家口	大燕麦	地方品种
k45	甘肃天水	燕麦	地方品种	k149	甘肃兰州	燕麦	地方品种

k47	河北张家口	纸厂燕麦	地方品种	k151	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k48	河北张家口	莜麦	地方品种	k152	河北张家口	冀鉴003	高代品系
k50	河北张家口	莜麦	地方品种	k154	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k51	甘肃天水	燕麦	地方品种	k155	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k52	甘肃天水	燕麦	地方品种	k156	甘肃定西	牛草	地方品种
k54	河北张家口	大账房莜麦	地方品种	k158	青海海东	互助燕麦	地方品种
k55	河北张家口	莜麦	地方品种	k159	吉林白城	白燕7 号	育成品种
k56	河北承德	大莜麦	地方品种	k160	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k58	山西大同	灵丘莜麦	地方品种	k162	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k59	山西大同	新荣莜麦	地方品种	k163	河北张家口	老燕麦	地方品种
k61	山西大同	小莜麦	地方品种	k164	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k63	山西大同	岚天燕麦	地方品种	k165	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k65	山西大同	广灵莜麦	地方品种	k167	黑龙江伊春	丰林老麦	地方品种
k66	河北石家庄	贾庄莜麦	地方品种	k168	青海海东	白燕麦	地方品种
k68	山西朔州	右玉裸燕麦	地方品种	k169	新疆伊犁	居心克土燕麦	地方品种
k69	河北保定市	白皮枝麦	地方品种	k170	甘肃兰州	黑燕麦	地方品种
k70	山西阳泉	盂县莜麦	地方品种	k171	河北张家口	优博燕麦	地方品种
k71	甘肃兰州	黑壳子	地方品种	k172	山西朔州	右玉燕麦	地方品种
k73	河北张家口	莜麦	地方品种	k173	河北张家口	大燕麦	地方品种
k74	山西忻州	代县莜麦	地方品种	k174	新疆乌鲁木齐	乌鲁木齐燕麦	地方品种
k75	山西大同	浑源莜麦	地方品种	k175	河北张家口	白燕麦	地方品种
k76	河北保定市	大莜麦	地方品种	k176	四川凉山	依布	地方品种
k77	河北张家口	莜麦	地方品种	k177	山西晋中	花燕麦	地方品种
k78	河北张家口	小莜麦	地方品种	k178	山西大同	白燕麦	地方品种
k79	山西朔州	白岩燕麦	地方品种	k179	河北张家口	大燕麦	地方品种
k80	陕西汉中	老莜麦	地方品种	k180	山西晋中	老燕麦	地方品种
k81	河北张家口	五窠莜麦	地方品种	k181	内蒙古乌兰察布	西补隆燕麦	地方品种
k82	山西忻州	繁峙莜麦	地方品种	k182	河北张家口	大穗燕麦	地方品种
k83	山西大同	浑源莜麦	地方品种	k183	四川凉山	本地青	地方品种
k84	山西大同	浑源莜麦	地方品种	k184	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k85	陕西汉中	河曲莜麦	地方品种	k185	山西晋中	黄燕麦	地方品种
k86	陕西安康	岚皋燕麦	地方品种	k186	山西大同	大燕麦	地方品种

k87	河北保定	大莜麦	地方品种	k188	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k88	山西忻州	苛岚莜麦	地方品种	k189	陕西延安	吴起燕麦	地方品种
k89	河北张家口	莜麦	地方品种	k191	山西朔州	上金巴村燕麦	地方品种
k92	山西晋中	静乐莜麦	地方品种	k192	山西朔州	右玉皮燕麦	地方品种
k93	山西晋中	榆社莜麦	地方品种	k194	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k95	河北张家口	莜麦	地方品种	k195	甘肃兰州	燕麦	地方品种
k96	陕西汉中	小莜麦	地方品种	k196	河北张家口	莜麦子	地方品种
k97	山西大同	新荣莜麦	地方品种	k198	青海海东	合作燕麦	地方品种
k99	陕西汉中	老莜麦	地方品种	k199	甘肃兰州	燕麦	地方品种

3.2 实验试剂

实验所用的化学试剂和药品均为化学分析纯（试剂公司订购）

3.3 实验仪器设备

实验所用的主要仪器设备均为常规仪器（详见表 3）。

表 3 主要实验仪器设备

仪器设备名称	仪器设备名称
万分之一天平	超低温冰箱
光照培养箱	研磨仪
高压灭菌锅	高速冷冻离心机
超纯水净化系统	恒温水浴锅
冰箱	移液器

3.4 实验方法

3.4.1 预实验处理

本研究通过预试验筛选燕麦耐盐性评价的最适盐浓度（NaCl 浓度）。选取 3 份代表性燕麦种质资源，设置 50 、100 、150 、200 、250 、300 mmol • L^{-1} 共 6 个 NaCl 浓度梯度进行盐胁迫试验。结果

表明：50-100 mmol·L^{-1} 盐浓度对燕麦种子萌发和幼苗生长均未产生显著影响；150 mmol·L^{-1} 浓度显著抑制种子发芽率，但对幼苗生长的抑制作用有限；200 mmol·L^{-1} 浓度使发芽率降至 50%以下，并显著抑制幼苗生长和存活；250 mmol·L^{-1} 及以上浓度导致种子基本不萌发，幼苗死亡率显著升高。基于预试验结果，本研究最终确定采用 200 mmol·L^{-1} NaCl 作为燕麦种子萌发期和苗期耐盐性评价的标准胁迫浓度。燕麦耐盐性鉴定前开展了预试验对盐浓度进行了筛选，共设置了 6 个盐浓度处理，结果分析表明 200 mmol·L^{-1} 浓度适合耐盐性鉴定的浓度。

3.4.2 萌发期试验及指标测定

对供试种子进行 1% NaClO 消毒，浸泡 1 min，并用无菌水清洗后晾干。将种子均匀摆放在铺设有双层无菌滤纸（直径 120 mm）的培养皿中，实验组加入 200 mmol·L^{-1} NaCl 溶液进行盐胁迫处理，对照组则加入等量无菌蒸馏水。所有处理均设置 3 次生物学重复。为维持稳定的盐胁迫环境。将培养皿置于恒温培养箱(光照 14 h/黑暗 10 h、温度24℃/20℃、相对湿度60%)进行发芽培养，定期补充培养皿蒸发的水分，第 8 d 记录发芽率（Germination Rate）。

胚芽长、胚根长及根数：培养至第 15 d 时对试验组及对照组每个培养皿各随机挑选3 株幼苗，采用根系扫描仪获取图片，使用ImageJ 软件对胚芽长(Germ Length) 、胚根长（Radicle Length）、根数(Root Number)进行记录，均取平均值。

胚根和胚芽干/鲜重：在发芽计数结束时，从每个重复中随机选取3 株幼苗，用万分之一天平称量胚芽鲜重（Germ Fresh Weight）和胚根鲜重（Radicle Fresh Weight）。随后将幼苗置于65℃烘箱中放置3 d，称量胚芽干重（Germ Dry Weight）和胚根干重（Radicle Dry Weight），取平均值。

发芽相关指标的测定公式如下：

发芽率（%）=（8 d内累积发芽种子数/供试种子总数）×100%（1）

发芽率相对值（%）=处理组指标平均值/对照组指标平均值×100%（2）

3.4.3 苗期试验及指标测定

盛有蛭石的培养盒中沿盒壁注入150 mL盐处理液，对照处理注入150 mL营养液，将经过预处理的种子50粒均匀摆放在培养盒中，上层均匀的覆上一层蛭石（6 g），压平压实。营养液中不加盐为对照，处理和对照均设不少于3次重复。营养液为 Hoagland 母液1/2剂量，盐胁迫处理组在营养液中加NaCl 配制成含200 mmol·L^{-1} NaCl的处理液。

茎叶长、根长及须根数：培养至15 d 时，试验组及对照组各随机选取3 株采用根系扫描仪获取图片统计，使用ImageJ 软件对茎叶长（Leaf Length）、根长(Root Length)、须根数(Root Number)进行记录，均取平均值。

茎和根干/鲜重：每个重复中随机选取3 株幼苗，用万分之一天平称量茎叶鲜重（Leaf Fresh Weight）和根鲜重(Root Fresh Weight)。随后将植株置于65℃烘箱中放置3 d，称量茎叶干重（Leaf Dry Weight）和根干重(Root Dry Weight)，均取平均值。

3.5 燕麦种质资源萌发期耐盐性分析

3.5.1 盐胁迫对燕麦萌发期表型性状的影响

对 144 份供试燕麦进行 200 mmol/L NaCl 胁迫处理，对燕麦萌发期生长指标的抑制作用分析结果显示，与对照组相比，200 mmol/L NaCl 处理下燕麦萌发期的胚芽鲜重、胚根鲜重、胚芽长、胚根长和根数与对照组相比显著降低。其中胚根长受抑制程度最为显著（降幅达 68. 17%），表明胚根是萌发期对盐胁迫最敏感的器官。各指标受抑制程度依次为：胚根长（68. 17%）>胚芽长（57.09%）>根数（41. 14%）>胚芽鲜重（36.01%）>胚根鲜重（29.84%）>胚芽干重（24.87%）。由表 3.1 中显示，燕麦萌发期在盐胁迫处理下测定的 6 项指标各变异值相比于对照组都有所升高，说明各个供试燕麦种质资源之间离散程度较大，能够在 200 mmol·L-1NaCl 胁迫下较好的区分 144 份燕麦种质资源萌发期的耐盐性。

3.5.2 燕麦种质资源萌发期主成分分析

相关性分析结果表明，萌发期各性状之间存在极显著正相关，信息重叠较高，因此对 7 项指标进一步进行主成分分析。根据累计贡献率大于 80%的原则，提取主成分。根据统计结果（表 4），第 1 主成分特征值为 1.91，方差贡献率 27.288%；第 2 主成分特征值为

1.535，方差贡献率 21.922%；第 3 主成分特征值为 1.012 ，方差贡献率 14.463%；第 4 主成分特征值为 0.978 ，方差贡献率 13.972%；第 5 主成分特征值为 0.825 ，方差贡献率 11.791%；5 个主成分累计方差贡献率达到 89.438% ，可有效反映出萌发期 7 项形态项指标绝大部分信息。因此，将测定的 7 项形态指标转换为 5 个综合指标，用于燕麦萌发期耐盐综合评价值计算。

表4　主成分贡献值及贡献率

主成分 Principal component	特征值 Eigenvalue	方差贡献率/% Cumulative variance contribution fate/%	累计贡献率/% Cumulative variance contribution rate/%
1	1.91	27.288	27.288
2	1.535	21.922	49.211
3	1.012	14.463	63.674
4	0.978	13.972	77.647
5	0.825	11.791	89.438

主成分载荷矩阵能反映出各个评价指标对主成分的影响程度。由表 3.3 可知，胚芽鲜重、胚根长和胚芽长是第 1 主成分的主要指标，特征向量分别为 0.383 ，0.388 和 0.324；第 2 主成分与胚根鲜重的相关性较大，特征向量为 0.335；第 3 主成分与根数的相关性较大，特征向量为 0.949；第 4 主成分与胚芽干重的相关性较大，特征向量为 0.886；第 5 主成分与胚根干重的相关性较大，特征向量为 0.827；这 5 个主成分能够充分反映供试燕麦所测定的 7 个指标。通过对 144 份燕麦种质资源进行综合排序（表 5），综合得分 D

值越高,其萌发期耐盐能力越强,结合 D 值,筛选出极耐盐材料 k198 和 k149；敏盐材料 k27 和 k54。

表 5 萌发期主成分各因子载荷矩阵

指标 Indicator	主成分 Principal component				
PC	1	2	3	4	5
胚芽干重/GDW	0.047	0.223	-0.023	0.886	0.423
胚根干重/RDW	0.104	0.335	-0.058	-0.483	0.827
胚芽鲜重/GFW	0.383	0.288	0.05	-0.025	-0.221
胚根鲜重/RFW	0.321	0.352	0.019	-0.019	-0.471
胚芽长/GL	0.388	-0.339	0.006	0.053	0.147
胚根长/RL	0.324	-0.396	-0.284	0.01	0.194
根数/RN	0.075	-0. 112	0.949	-0.004	0.139

表 6 不同供试燕麦品种萌发期综合得分及排名

编号	D 值	排名	编号	D 值	排名	编号	D 值	排名
k1	0.237	138	k163	0.364	58	k41	0.365	57
k10	0.281	115	k164	0.317	85	k42	0.358	60
k101	0.351	65	k165	0.303	98	k45	0.305	94
k102	0.307	92	k167	0.380	51	k47	0.282	112
k104	0.296	103	k168	0.375	53	k48	0.426	19
k105	0.258	128	k169	0.399	37	k5	0.303	100
k106	0.376	52	k170	0.305	97	k50	0.328	74
k107	0.302	101	k171	0.356	63	k51	0.303	99
k108	0.269	122	k172	0.345	69	k52	0.351	66
k11	0.284	110	k173	0.280	117	k54	0.223	143
k111	0.270	121	k174	0.325	75	k55	0.360	59
k113	0.322	78	k175	0.409	29	k56	0.347	68
k116	0.289	107	k176	0.341	71	k58	0.281	116
k119	0.357	62	k177	0.505	6	k59	0.354	64
k12	0.319	82	k178	0.323	76	k6	0.315	88

k120	0.286	109	k179	0.380	50	k61	0.349	67
k122	0.420	23	k18	0.282	111	k63	0.388	43
k123	0.319	83	k180	0.399	36	k65	0.450	13
k124	0.544	4	k181	0.380	49	k66	0.484	9
k127	0.266	125	k182	0.309	91	k68	0.389	42
k129	0.259	127	k183	0.413	28	k69	0.400	35
k13	0.282	114	k184	0.395	41	k7	0.271	120
k130	0.420	22	k185	0.371	54	k70	0.244	135
k131	0.403	34	k186	0.431	18	k71	0.224	142
k132	0.409	30	k188	0.387	46	k73	0.405	31
k133	0.336	73	k189	0.383	47	k74	0.292	106
k134	0.476	10	k191	0.425	20	k75	0.418	25
k135	0.381	48	k192	0.305	95	k76	0.248	132
k139	0.418	24	k194	0.396	39	k77	0.301	102
k14	0.315	87	k195	0.405	32	k78	0.462	12
k140	0.282	113	k196	0.488	7	k79	0.247	134
k142	0.366	56	k198	0.764	1	k80	0.269	123
k144	0.423	21	k199	0.369	55	k81	0.434	17
k145	0.314	89	k2	0.273	119	k82	0.305	96
k146	0.567	3	k20	0.319	81	k83	0.244	136
k147	0.397	38	k22	0.322	77	k84	0.443	15
k149	0.589	2	k23	0.322	79	k85	0.250	131
k15	0.321	80	k26	0.274	118	k86	0.266	124
k151	0.318	84	k27	0.205	144	k87	0.312	90
k152	0.531	5	k28	0.342	70	k88	0.306	93
k154	0.416	27	k32	0.247	133	k89	0.395	40
k155	0.472	11	k33	0.316	86	k9	0.253	130
k156	0.439	16	k34	0.233	140	k92	0.238	137
k158	0.487	8	k35	0.387	44	k93	0.292	105
k159	0.443	14	k37	0.234	139	k95	0.229	141
k16	0.337	72	k39	0.264	126	k96	0.417	26
k160	0.387	45	k4	0.295	104	k97	0.254	129
k162	0.404	33	k40	0.357	61	k99	0.287	108

3.5.3 盐胁迫对燕麦苗期表型性状的影响

对 144 份供试燕麦进行 200 mmol/LNaCl 胁迫处理，并对各测定指标平均值进行差异分析，结果如图 1 所示。对于苗期形态指标，盐胁迫下燕麦苗期的茎叶鲜重、根鲜重、茎叶干重、根干重、茎叶长、根长和根数与对照组相比显著降低。其中盐胁迫对燕麦苗期茎叶干重的影响最大，与对照组相比显著降低了 76.21% 。这说明在苗期，盐胁迫对燕麦茎叶部位干物质积累造成影响，茎叶部位对盐最敏感。盐胁迫对燕麦苗期根鲜重影响最小，与对照组相比仅下降了 38.22% 。

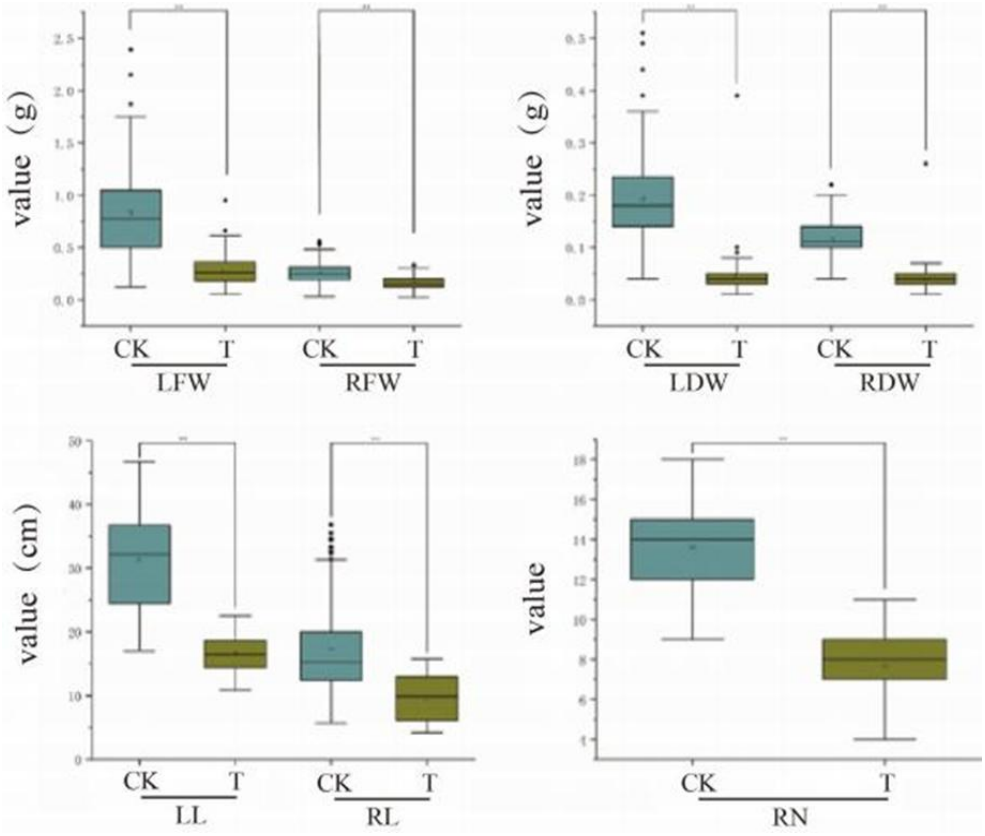


图 1　盐胁迫对燕麦苗期形态指标的影响

四、标准涉及的相关知识产权说明

经核查，本标准中规定的技术方法均为国内外公开的通用科学方法、公开文献的整合与规范以及申报团队的研究数据，本标准不涉及专利或其他知识产权问题。本标准的发布机构不承担识别可能存在的专利的责任。

五、采用国际国内标准的程度与水平的简要说明，与现行有关法律法规和强制性标准的关系

5.1 采用国际标准情况

目前，国际上尚无专门针对饲用燕麦耐盐性鉴定的国际标准。本标准在制定过程中，参考了同类作物耐盐性研究的先进理念和方法，同时，起草单位也开展了燕麦耐盐性鉴定的相关试验，对评价指标和方法进行了规范，本标准属于自主制定。

5.2 与国内现行标准的关系

经查询，目前我国关于燕麦耐盐性鉴定的技术规程有一个内蒙古自治区地方标准，于2024年发布的《燕麦种质资源耐盐碱性鉴定规程》（DB15/T 3773-2024），该标准萌发期耐盐碱性鉴定只调查发芽率计算相对发芽率作为评价标准（只计算相对发芽率，没有计算耐盐指数），苗期耐盐碱鉴定通过长势（观察叶片的枯黄程度，没有测定指标）进行分级作为评价标准。本标准《饲用燕麦耐盐性鉴定技术规程》是适用于燕麦（*Avena sativa* L.）品种、品系及种质资源的芽苗期和田间耐盐性鉴定和评价。技术内容的编制主要依据相关试验数据，以燕麦耐盐品种白燕7号为对照品种，萌发期通过计算耐盐指数

进行分级，作为分级标准，苗期主要通过存活率、根长、苗长计算耐盐指数作为分级标准。本标准与《中华人民共和国种子法》及农作物品种审定等相关法规的精神相符。在技术内容上，引用了《草种子检验规程》（GB/T 2930）、《燕麦种质资源耐盐碱性鉴定规程》（DB15/T 3773-2024）等国家标准和地方标准，并与《小麦耐盐性鉴定技术规程》（DB13/T 1470）、玉米耐盐碱鉴定与评价技术规程（DB15/T 2893）和棉花耐盐性鉴定技术规程（NY/T 3535）等地方标准相协调。本标准为全新制定的团体标准，是对现有标准体系的有益补充，内容上不存在冲突。

六、重大意见分歧的处理经过和依据

在标准起草组内部讨论及目前阶段，对标准的主要技术路线、方法框架和核心指标已达成共识，未出现重大意见分歧。后续在公开征求意见过程中，将认真收集、处理和反馈各方意见。通过专家论证、试验验证和数据支撑的方式协商解决意见分歧。

七、实施建议

7.1 实施要求

本标准《饲用燕麦耐盐性鉴定技术规程》为首次制定的中国草学会团体标准，拟作为推荐性团体标准发布实施。标准主要针对目前饲用燕麦耐盐性鉴定缺乏统一技术规范、不同研究机构和育种单位鉴定结果可比性不足等问题，明确了饲用燕麦萌发期和苗期耐盐性鉴定的材料准备、试验条件、评价指标、鉴定方法及耐盐性分级等技术要求，

为燕麦种质资源耐盐性筛选、耐盐品种选育及盐碱地饲草生产提供技术依据。

本标准以燕麦种质资源耐盐性鉴定试验结果为基础，结合不同品种的耐盐性表现，确定了适宜的盐胁迫浓度、评价指标和鉴定方法，具有较强的科学性和可操作性。考虑到不同地区燕麦种质资源类型、试验条件及研究需求存在差异，建议以推荐性团体标准形式推广应用，并在实施过程中不断积累试验数据和应用经验，逐步完善相关技术内容。

建议本标准自发布之日起6个月后正式实施。过渡期内，鼓励相关科研院所、高等院校、燕麦育种单位及种质资源鉴定机构提前学习和试用本标准，熟悉耐盐性鉴定的技术要求和操作流程，为标准正式实施做好准备。

7.2 组织措施

在中国草学会的组织协调下，由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所牵头，联合中国农业科学院草原研究所、河北省农林科学院农业资源环境研究所、中国农业大学、河北北方学院及山西农业大学（山西省农业科学院）高寒区作物研究所等相关单位，共同开展标准的宣传贯彻和推广应用工作。

组织标准起草单位及相关专家开展标准解读和技术培训，编制标准宣贯材料和技术操作指南，通过专题培训、学术交流、现场指导及网络宣传等方式，向燕麦种质资源研究、品种选育和饲草生产相关单

位宣传标准的主要技术内容，提高相关技术人员对标准的理解和应用能力。

鼓励各科研院所、高等院校及燕麦育种单位结合种质资源鉴定、耐盐品种筛选和新品种选育等工作，积极采用本标准开展饲用燕麦耐盐性评价，推动不同单位之间鉴定方法和评价结果的规范统一。

同时，建议相关单位加强协作，及时收集标准实施过程中发现的问题和改进建议，为后续标准的完善和修订提供依据。

7.3 技术措施

由标准主要起草单位组织相关科研人员和技术专家，围绕饲用燕麦耐盐性鉴定的关键技术环节开展培训和示范，重点加强试验材料准备、盐胁迫处理、试验条件控制、评价指标测定、数据统计分析及耐盐性分级等方面的技术指导，确保相关单位能够准确理解和规范使用本标准。

在萌发期耐盐性鉴定方面，重点培训种子预处理、盐溶液配制、培养条件控制及发芽率、胚芽长、胚根长、根数和干鲜重等指标的测定方法，明确以 200 mmol·L^{-1} NaCl 作为盐胁迫处理浓度的技术要求，规范相对耐盐指标的计算及综合评价方法。

在苗期耐盐性鉴定方面，重点培训蛭石培养、营养液配制、盐胁迫处理及幼苗生长指标的测定方法，规范茎叶长、根长、须根数及茎叶和根系干鲜重等指标的测定程序，提高不同试验单位鉴定结果的准确性和可比性。

针对标准中采用的白燕 7 号对照品种、耐盐指数计算及耐盐性五级分类方法等关键内容开展专项技术指导，确保使用者正确掌握对照设置、指标计算和耐盐性评价方法。同时，鼓励有条件的科研和育种单位开展不同燕麦种质资源的耐盐性鉴定验证，积累相关数据，进一步检验标准的适用性和可操作性。

7.4 过渡期和实施日期的建议

建议本标准自发布之日起设置 6 个月过渡期，过渡期结束后正式实施。在此期间，由标准起草单位组织开展标准宣贯和技术培训，指导相关科研院所、燕麦育种单位及种质资源鉴定机构熟悉标准规定的试验条件、鉴定方法和评价要求。

鼓励具备试验条件的单位选择具有代表性的燕麦品种及种质资源，按照本标准开展萌发期和苗期耐盐性鉴定试验，重点验证盐胁迫浓度、评价指标及耐盐性分级方法的适用性，及时总结实施过程中存在的问题，为标准全面推广应用积累实践经验。

标准正式实施后，建议相关单位在开展饲用燕麦耐盐性鉴定评价时优先采用本标准，逐步统一试验方法、测定指标和评价程序，提高鉴定结果的科学性、规范性和可比性。

同时，结合标准实施情况及燕麦耐盐性研究进展，持续收集应用反馈和试验数据，适时对相关技术内容进行补充完善。建议在标准发布实施后 3～5 年内开展复审，根据实际应用效果和技术发展需要进行修订，以保障标准的科学性、适用性和持续有效实施。

八、其他应予说明的事项

无。

参考文献

[1]张晓澎，硕士学位论文《燕麦种质资源耐盐筛选与全基因组关联分析》

[2]张晓澎，邓焱天，杨蕊，康俊梅，张铁军，郭倩倩. 饲用燕麦种质资源萌发期及苗期耐盐性鉴定评价[J].草业学报，2025，33（11）：3741-3755