

《紫花苜蓿耐盐性鉴定及分级技术规程（征求意见稿）》

编制说明

一、任务来源

根据《中华人民共和国标准化法》、《团体标准管理规定》、《中国草学会团体标准制定程序》的有关精神和规定，依托农业生物育种重大专项“耐盐碱抗旱高产苜蓿新品种设计与培育”、国家牧草产业技术体系、河北省耐盐碱作物种业科技创新团队、河北省草业创新团队等项目开展的试验结果，河北省农林科学院农业资源环境研究所（国家牧草产业技术体系沧州综合试验站）联合新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所、河北省畜牧总站、沧州市农业农村局、黄骅市饲草工作站、南皮县农业农村局、任丘市农业农村局、黄骅市丰茂盛园农业科技有限公司、黄骅市林江农业发展有限公司等多家单位制定并申请了《紫花苜蓿耐盐性鉴定及分级技术规程》。

二、工作概况

成立标准制定项目组，确定组长和成员，随之制定了工作方案，确定了项目工作内容、进度、目标及分工，任务落实到人，各项工作由专人负责，严格按工作计划执行。在工作中定期进行进展报告和检查，确保按时完成标准制定工作。标准制定工作组成立后，进行相关标准和技术资料的搜集、查阅、整理和汇总，在此基础上结合多年的试验研究结果以及田间试验统计分析，编制了初稿。初稿完成后，向中国草学会提出标准立项申请，中国草学会组织有关专家召开立项评审会，提出建设性意见和建议，立项通过后，按照专家意见修改完成形成征求意见稿及其编制说明。

标准起草组成员情况及任务分工如下：

| 姓名 | 性别 | 职称 | 工作单位 | 任务分工 |
|-------------|----|-------|--------------------|---------|
| 刘忠宽 | 男 | 研究员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 总体设计和编写 |
| 石嘉琦 | 女 | 助理研究员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 草稿起草 |
| 刘振宇 | 男 | 副研究员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 标准修订 |
| 潘璇 | 女 | 研究实习员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 草稿起草 |
| 谢楠 | 女 | 副研究员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 草稿起草 |
| 张立锋 | 男 | 助理研究员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 草稿起草 |
| 秦文利 | 男 | 副研究员 | 河北省农林科学院农业资源环境研究所 | 标准修订 |
| 艾克拜尔·阿不都热依木 | 男 | 研究员 | 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所 | 资料查阅 |

| | | | | |
|-----|---|-------|--------------------|------|
| 马海燕 | 女 | 研究员 | 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所 | 资料查阅 |
| 张荟荟 | 女 | 研究员 | 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所 | 资料查阅 |
| 刘梦 | 男 | 副研究员 | 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所 | 资料查阅 |
| 王绣婷 | 女 | 副研究员 | 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所 | 资料查阅 |
| 苟仲源 | 男 | 副研究员 | 新疆维吾尔自治区畜牧科学院草业研究所 | 资料查阅 |
| 侯玉漂 | 男 | 高级畜牧师 | 河北省畜牧总站 | 文献检索 |
| 祖晓伟 | 女 | 高级畜牧师 | 河北省畜牧总站 | 文献检索 |
| 张洪发 | 男 | 高级畜牧师 | 沧州市农业农村局 | 文献检索 |
| 蔡敬 | 男 | 高级畜牧师 | 沧州市农业农村局 | 文献检索 |
| 冯琳 | 女 | 高级畜牧师 | 河北省畜牧总站 | 文献检索 |
| 王新民 | 男 | 高级畜牧师 | 河北省畜牧总站 | 资料查阅 |
| 杨丹 | | 高级畜牧师 | 河北省畜牧总站 | 资料查阅 |
| 于合兴 | 男 | 研究员 | 黄骅市饲草工作站 | 试验验证 |
| 孙国通 | 男 | 农艺师 | 黄骅市饲草工作站 | 试验验证 |
| 刘志伟 | 男 | 副研究员 | 黄骅市农业农村局 | 试验验证 |
| 王航明 | 男 | 副研究员 | 沧州市农业农村局 | 试验验证 |
| 白金丽 | 女 | 畜牧师 | 沧州市农业农村局 | 文献检索 |
| 栗丽 | 女 | 畜牧师 | 任丘市农业农村局 | 资料查阅 |
| 方金凤 | 女 | 高级畜牧师 | 任丘市农业农村局 | 资料查阅 |
| 王东奎 | 男 | 畜牧师 | 南皮县农业农村局 | 资料查阅 |
| 高立强 | 男 | 总经理 | 黄骅市丰茂盛园农业科技有限公司 | 试验验证 |
| 高杨 | 男 | 副总经理 | 黄骅市丰茂盛园农业科技有限公司 | 试验验证 |
| 田炳正 | 男 | 常务副总 | 黄骅市纳莱农业科技有限公司 | 试验验证 |
| 刘振江 | 男 | 董事长 | 黄骅市林江农业发展有限公司 | 试验验证 |

三、标准编制的原则

本标准的编制原则，一是参考现行的国家标准和地方标准，做到与现行的国家和地方标准相一致、不冲突；二是结合紫花苜蓿耐盐性鉴定及分级技术的应用情况，优化完善技术措施；三是力求做到标准内容简洁、易懂、易于操作，使之能快速发挥作用，指导紫花苜蓿耐盐性鉴定及分级技术的规范操作和应用。

四、技术内容的确定方法和依据

在规程制定过程中，始终遵循密切联系生产实际，确保规程具有较强的科学性、适用性、可操作性，坚持规范发展的基本原则。根据紫花苜蓿耐盐性鉴定及分级技术的实现需求，将规程的适用范围确定为河北省滨海地区盐碱地。

4.1 鉴定盐溶液的确定

针对目前采用人工模拟的单盐氯化钠溶液或氯化盐、硫酸盐的复合盐溶液进行紫花苜蓿耐盐性鉴定的结果与田间实际耐盐性存在较大的差异的现状, 试验设置了 3 种耐盐鉴定方法, 分别是 N1 (氯化钠单盐胁迫)、N2 (氯化钠+硫酸钠复合盐胁迫) 和 N3 (土壤全盐淋溶液盐胁迫), 以盐碱地田间栽培盐胁迫鉴定结果作为对照, 结果表明采用暗管排盐方式收集不同全盐浓度的土壤淋溶液作为鉴定溶液, 鉴定结果更接近田间实际生产。

4.1.1 试验材料

表 1 供试苜蓿品种及来源

| 品种名称 | 产地 | 品种名称 | 产地 |
|---------|----|------|------|
| 中苜 1 号 | 中国 | 大银河 | 法国 |
| 中苜 3 号 | 中国 | 巨能 7 | 美国 |
| 中苜 4 号 | 中国 | 赛迪 7 | 澳大利亚 |
| 中苜 5 号 | 中国 | 先行者 | 中国 |
| 甘农 3 号 | 中国 | 盐宝 | 美国 |
| WL440HQ | 美国 | 康赛 | 美国 |
| WL353HQ | 美国 | 三得利 | 美国 |
| 龙牧 801 | 中国 | | |

4.1.2 土壤全盐淋溶液采集及应用

在紫花苜蓿计划种植地域分别选取轻度、中度、重度三类盐碱地。从三类盐碱地中选取 3 个代表性地块, 共 9 个地块, 每个地块面积不低于 1 亩。利用土壤淋溶液批量采集装置, 分别在各地块采集 0~50cm 土层的土壤淋溶液, 每个地块采集点数根据土壤淋溶液用量确定, 将收集到的土壤淋溶液分别装入不同容器内并进行标记。把收集到土壤淋溶液带回实验室, 将从轻度、中度、重度盐碱地地块收集到的土壤淋溶液分别装入不同大型容器内混匀, 测定全盐含量及 pH、标记, 待用。

对国内外引进的 15 个紫花苜蓿品种进行了芽-苗期耐盐性鉴定。设置了 3 种耐盐鉴定方法, 分别是 N1 (氯化钠单盐胁迫)、N2 (氯化钠+硫酸钠复合盐胁迫) 和 N3 (土壤全盐淋溶液盐胁迫), 以盐碱地田间栽培盐胁迫鉴定结果作为对照; 每种鉴定方法设置了 3 个盐分梯度, 即轻度盐碱 (盐含量 $0.15\% \pm 0.0001$)、中度盐碱 (盐含量 $0.32\% \pm 0.0003$)、重度盐碱 (盐含量 $0.51\% \pm 0.0002$)。采用盆栽种植, 以蛭石作为培养基, 选择净度 98% 以上、发芽率 95% 以上的紫花苜蓿种子, 每个处理重复种植 5 盆, 每盆播种子 20 粒。在无外流水分的前提下每天根据盆栽容器内蛭石水分的蒸发情况, 采用重量法补充蒸馏水, 以保证蛭石含水量维持在 20%~25% 和土壤淋溶液浓度相对不变。在紫花苜蓿 5 叶期进行生长指标、荧光指标和抗氧化等指标的测定。

4.1.3 试验结果

应用氯化钠单盐胁迫耐盐性鉴定方法, 紫花苜蓿品种苗期耐盐性鉴定准确率为 67.50%; 应用氯化钠+硫酸钠复合盐胁迫耐盐性鉴定方法, 紫花苜蓿品种苗期耐盐性鉴定准确率为

72.12%；应用土壤全盐淋溶液作为盐胁迫鉴定溶液进行鉴定，紫花苜蓿品种苗期耐盐性鉴定准确率为 96.67%（表 2）。

表 2 芽苗期紫花苜蓿不同耐盐鉴定方法的准确率

| 耐盐鉴定方法 | 耐轻度盐碱品种 | 耐中度盐碱品种 | 耐重度盐碱品种 | 平均准确率 (%) |
|-----------------|---|--|--------------------------------|-----------|
| 氯化钠单盐胁迫 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、WL353、大银河、巨能 7、赛迪 7、先行者、盐宝、康赛、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、WL353、大银河、盐宝、康赛、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、盐宝 | 67.50 |
| 氯化钠+硫酸钠复合盐胁迫 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、WL353、大银河、巨能 7、赛迪 7、先行者、盐宝、康赛、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、WL353、大银河、盐宝、赛迪 7、康赛、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 5 号、盐宝 | 72.12 |
| 紫花苜蓿耐盐性鉴定的盐胁迫方法 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、WL353、大银河、巨能 7、赛迪 7、先行者、盐宝、康赛、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、大银河、赛迪 7、盐宝、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 5 号 | 96.67 |
| 盐碱地田间栽培盐胁迫 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 4 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、WL353、大银河、巨能 7、赛迪 7、先行者、盐宝、康赛、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 5 号、甘农 3 号、WL440HQ、大银河、盐宝、三得利、龙牧 801 | 中苜 1 号、中苜 3 号、中苜 5 号 | --- |

4.2 评价指标的确定

已有的相关标准均采用的耐盐指数进行综合评价，评价指标主要以相对发芽率、相对发芽势、相对发芽指数、相对幼根长、相对活苗数等单一的生长发育指标为主，未涉及盐胁迫下紫花苜蓿的生理生化指标，评价指标单一。实际上，苜蓿对盐胁迫的响应除了直观的生长性状还涉及到许多生理生化反应过程，包括光合电子传递、离子稳态、渗透调节剂的合成、活性氧的清除和内源激素的代谢等。从盐胁迫下紫花苜蓿的生长发育和生理生化多个指标维度进行综合评价，评价结果更加准确。

4.2.1 成活率

成活率可以有效反映盐胁迫下苜蓿植株的生长状况，统计健康的活苗数计算成活率。

表 3 不同紫花苜蓿品种的成活率比较

| 品种 | CK | 0.2% | 0.4% | 0.6% | 0.8% | 品种 | CK | 0.2% | 0.4% | 0.6% | 0.8% |
|-------------------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|-------|------|------|
| 格莱特 | 100 | 100 | 96.7 | 90 | 20 | 公农 5 号 | 96.7 | 86.7 | 83.3 | 66.7 | 6.7 |
| 巨能耐盐 | 96.7 | 96.7 | 93.3 | 83.3 | 16.7 | 北林 202 | 96.7 | 73.3 | 60 | 36.7 | 0 |
| 角斗士 | 93.3 | 96.7 | 93.3 | 86.7 | 16.7 | 清水苜蓿 | 86.7 | 76.7 | 56.7 | 30 | 0 |
| 甘农 5 号 | 96.7 | 96.7 | 90 | 83.3 | 10 | 422Q | 100 | 96.7 | 93.3 | 86.7 | 20 |
| 甘农 12 号 | 100 | 100 | 96.7 | 90 | 23.3 | WL440HQ | 100 | 100 | 93.3 | 83.3 | 23.3 |
| 甘农 9 号 | 96.7 | 93.3 | 90.0 | 73.3 | 10 | WL377HQ | 100 | 96.7 | 93.3 | 76.7 | 16.7 |
| 甘农 1 号 | 96.7 | 96.7 | 86.7 | 76.7 | 16.7 | 巨能 551 | 96.7 | 90 | 83.3 | 80 | 20 |
| 甘农 8 号 | 90 | 93.3 | 80 | 73.3 | 10 | 柏拉图 | 86.7 | 83.3 | 76.7 | 46.7 | 0 |
| 北极熊 | 96.7 | 93.3 | 86.7 | 86.7 | 13.3 | 3010 | 100 | 96.7 | 96.7 | 90 | 23.3 |
| 前景 | 96.7 | 96.7 | 90 | 86.7 | 10 | 龙牧 806 | 83.3 | 76.7 | 70 | 36.7 | 6.7 |
| 莎莎 | 100 | 100 | 93.3 | 90 | 30 | 飞马 (3.7) | 83.3 | 83.3 | 60 | 60 | 0 |
| 赛沃 7 | 93.3 | 86.7 | 76.7 | 53.3 | 0 | 游客 | 86.7 | 80 | 56.7 | 46.7 | 0 |
| 赛迪 7 二代 | 93.3 | 93.3 | 83.3 | 50 | 0 | 驯鹿 | 86.7 | 80 | 73.3 | 56.7 | 0 |
| 燃力士 | 100 | 100 | 96.7 | 86.7 | 20 | 耐盐之星 | 96.7 | 86.7 | 66.7 | 53.3 | 0 |
| 盐宝 | 96.7 | 96.7 | 93.3 | 83.3 | 10 | 中苜 3 号 | 96.7 | 100 | 93.7 | 90 | 16.7 |
| 威龙 | 100 | 100 | 96.7 | 80 | 30 | 保定苜蓿 | 90 | 83.3 | 76.7 | 70 | 0 |
| 吉利 | 93.3 | 93.3 | 93.3 | 83.3 | 16.7 | 中苜 6 号 | 96.7 | 96.7 | 96.7 | 86.7 | 20 |
| Spyder | 93.3 | 83.3 | 70 | 36.7 | 0 | ZXY2013P-10-10872 | 96.7 | 93.3 | 80 | 70 | 6.7 |
| 4020 | 93.3 | 80 | 66.7 | 33.3 | 0 | ZXY2013P-11502 | 96.7 | 90 | 80 | 70 | 13.3 |
| 雷霆 | 98.3 | 86.7 | 73.3 | 46.7 | 6.7 | ZXY2013P-9-10834 | 90 | 90 | 76.7 | 60 | 10 |
| 赛迪 5 | 100 | 86.7 | 60 | 53.3 | 0 | ZXY2013P-22-11320 | 93.3 | 83.3 | 66.7 | 33.3 | 13.3 |
| 北林 201 | 96.7 | 80 | 66.7 | 60 | 0 | ZXY2013P-11358 | 93.3 | 93.3 | 90 | 56.7 | 16.7 |
| ZXY2013P-28-11519 | 96.7 | 86.7 | 86.7 | 83.3 | 16.6 | ZXY2013P-4-10619 | 90 | 90 | 90 | 56.7 | 16.7 |
| ZXY2013P-2-10576 | 100 | 86.7 | 73.3 | 80 | 10 | ZXY2013P-18-11140 | 96.7 | 93.3 | 90 | 63.3 | 10 |
| ZXY2013P-25-11420 | 100 | 86.7 | 73.3 | 66.7 | 0 | ZXY2013P-10-10840 | 96.7 | 96.7 | 93.30 | 70 | 20 |

4.2.2 最大光化学效率

试验研究结果显示, 与其他光合生理参数相比, 苜蓿生物量最易受最大光化学效率 (Fv/Fm) 的影响 ($P < 0.001$)。最大光化学效率是指在暗适应条件下, 光系统 II(PSII)反应中心完全开放时的最大光能转换效率。它反映了植物的潜在最大光合转化效率。非胁迫条件下该参数的变化极小, 不受物种和生长条件的影响, 盐胁迫下该参数明显下降。因此, 将最大光化学效率纳入评价指标体系。盐胁迫下苜蓿生物量还被叶绿素 a 和株高显著影响 ($P < 0.05$)。

表 4 不同苜蓿品种生物量指标与荧光指标的 RDA 相关系数

| 指标 Index | 第 1 排序轴 RDA | 第 2 排序轴 RDA | R ² | P |
|---------------------------------|-------------|-------------|----------------|---------|
| 最大光合效率 Fv/Fm | -1.000 | 0.004 | 0.157 | 0.000** |
| 最小饱和光强 I _k | -0.771 | -0.637 | 0.068 | 0.009** |
| 潜在最大相对电子传递速率 ETR _{max} | -0.734 | -0.679 | 0.070 | 0.010** |
| 调节性能量耗散的量子产量 Y(NPQ) | 0.949 | 0.316 | 0.062 | 0.017* |
| 叶绿素 a Chla | -0.916 | 0.402 | 0.060 | 0.023* |
| 非光化学淬灭系数 NPQ | 0.950 | 0.312 | 0.059 | 0.023* |

| | | | | |
|--------------------------------|--------|--------|-------|--------|
| 表观光合电子传递速率 ETR | -0.937 | -0.350 | 0.058 | 0.028* |
| 实际光合效率 Y(II) | -0.938 | -0.348 | 0.058 | 0.028* |
| 光化学淬灭系数 qP | -0.723 | -0.691 | 0.056 | 0.032* |
| 株高 Height | -0.979 | 0.203 | 0.054 | 0.033* |
| 叶绿素 b Chlb | -0.960 | 0.280 | 0.048 | 0.052 |
| 叶面积指数 LAI | -0.999 | -0.054 | 0.039 | 0.088 |
| 初始斜率 alpha | -0.991 | 0.131 | 0.034 | 0.110 |
| 类胡萝卜素 Car | -0.696 | 0.718 | 0.027 | 0.188 |
| 非调节性能量耗散的量子产量 Y(NO) | -0.052 | 0.999 | 0.002 | 0.864 |
| 累积解释度(%)Cumulative explanation | 78.84% | 21.16% | — | — |

注：*表示在 $P<0.05$ 水平上显著相关，**表示在 $P<0.01$ 水平上极显著相关。

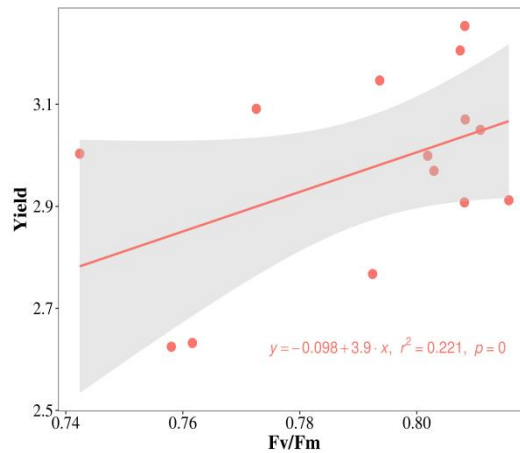


图 1 不同苜蓿品种生物量指标与 Fv/Fm 的关系

4.2.3 抗氧化酶活性

试验表明，随着盐浓度的增加，紫花苜蓿植株过氧化物酶（POD）活性呈增加趋势，而超氧化物歧化酶（SOD）活性呈减少趋势，过氧化氢酶（CAT）活性则呈先增加后减少趋势。0.2%和 0.4%盐胁迫处理下，WL377HQ 的 POD 和 CAT 酶活性均较高，而中苜 8 号和公农 5 号较低；甘农 5 号的 SOD 酶活性最高，但与其他品种相比无显著差异。与 CK 处理相比，0.6%和 0.8%盐胁迫处理显著降低了公农 5 号、中苜 8 号和 WL440HQ 的 SOD、CAT 和 POD 酶活性（图 2）。

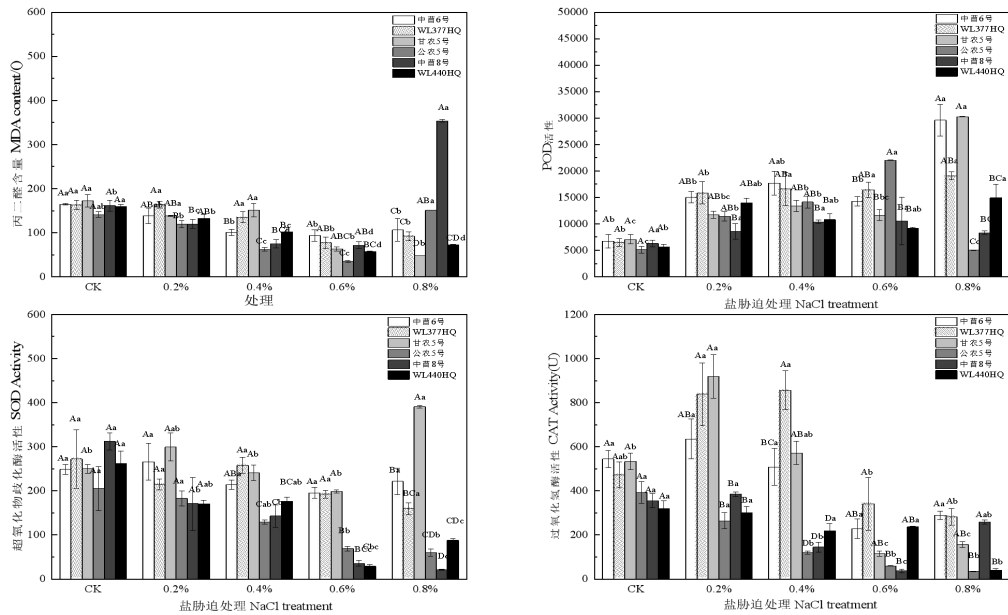


图 2 盐胁迫下不同品种紫花苜蓿抗氧化酶活性的比较分析

4.3 评价方法的确定

选择适宜的指标和方法对品种评价至关重要。采用 ATP-层次分析法对各评价指标进行权重赋值，有效避免了各评价维度间参试指标数量不均造成的鉴定误差，再根据耐盐性综合评价 D 值进一步对紫花苜蓿的耐盐性进行耐盐等级划分，鉴定结果更加直观且准确。

4.3.1 数据标准化

数据标准化是解决不同指标在不同量纲或尺度下的差异问题。通过标准化将数据转换为无量纲的纯数值，使得不同指标特征之间具有可比性。具体为取各项指标的最优值作为理想品种的参考数列，记为 $\{x_0(k)\}$, $k=1, n$ 为选取的参试指标数量 8, x_0 的组成元素分别是相对叶绿素含量、最大光化学效率、超氧化物歧化酶活性、过氧化物酶活性、过氧化氢酶活性、成活率、株高和生物量的最大值。

4.3.2 指标权重的确定

根据试验结果和文献查阅，选取光合能力、抗氧化防御和农艺性状等 3 类评价指标，多方讨论成对比较各指标的重要程度，最终确定各评价指标的权重占比为：相对叶绿素含量 19.562%、最大光化学效率 19.562%、超氧化物歧化酶活性 11.724%、过氧化物酶活性 11.724%、过氧化氢酶活性 11.724%、成活率 5.706%、株高 5.706% 和生物量 14.292%。

表 5 评价指标权重值

| 指标类别 | 类别权重值 (%) | 评价指标 | 权重值 (%) |
|---------|-----------|-----------|---------|
| 光合能力评价 | 39.124 | 相对叶绿素含量 | 19.562 |
| | | 最大光化学效率 | 19.562 |
| 抗氧化防御评价 | 35.172 | 超氧化物歧化酶活性 | 11.724 |

| | | | |
|--------|--------|---------|--------|
| | | 过氧化物酶活性 | 11.724 |
| | | 过氧化氢酶活性 | 11.724 |
| | | 成活率 | 5.706 |
| 农艺性状评价 | 25.704 | 株高 | 5.706 |
| | | 生物量 | 14.292 |

4.3.3 综合评价 D 值的确定和耐盐等级划分

对苜蓿种质材料进行耐盐性综合评价，通过评价值 D 的大小判断供试材料的耐盐性强弱。 D 值越大，耐盐性越强。再根据试验结果，将 D 值排名约前 24% 的划为强耐盐品种，中间 41% 划为中等耐盐，剩余 35% 中弱耐盐约占 25%，敏盐约占 10%。

表 6 紫花苜蓿品种耐盐能力综合评价 D 值

| 品种 | D 值 | 耐盐性 | 品种 | D 值 | 耐盐性 |
|-------------------|-------|-----|-------------------|-------|-----|
| 格莱特 | 0.695 | 中等 | 公农 5 号 | 0.675 | 中等 |
| 巨能耐盐 | 0.621 | 中等 | 北林 202 | 0.419 | 弱 |
| 角斗士 | 0.668 | 中等 | 清水苜蓿 | 0.279 | 敏盐 |
| 甘农 5 号 | 0.551 | 中等 | 422Q | 0.730 | 强 |
| 甘农 12 号 | 0.745 | 强 | WL440HQ | 0.750 | 强 |
| 甘农 9 号 | 0.683 | 中等 | WL377HQ | 0.671 | 中等 |
| 甘农 1 号 | 0.705 | 强 | 巨能 551 | 0.756 | 强 |
| 甘农 8 号 | 0.565 | 中等 | 柏拉图 | 0.401 | 弱 |
| 北极熊 | 0.650 | 中等 | 3010 | 0.780 | 强 |
| 前景 | 0.638 | 中等 | 龙牧 806 | 0.296 | 敏盐 |
| 莎莎 | 0.779 | 强 | 飞马 (3.7) | 0.458 | 弱 |
| 赛沃 7 | 0.497 | 弱 | 游客 | 0.206 | 敏盐 |
| 赛迪 7 二代 | 0.620 | 中等 | 驯鹿 | 0.470 | 弱 |
| 燃力士 | 0.748 | 强 | 耐盐之星 | 0.473 | 弱 |
| 盐宝 | 0.683 | 中等 | 中苜 3 号 | 0.739 | 强 |
| 威龙 | 0.722 | 强 | 保定苜蓿 | 0.427 | 弱 |
| 吉利 | 0.652 | 中等 | 中苜 6 号 | 0.709 | 强 |
| Spyder | 0.298 | 敏盐 | ZXY2013P-10-10872 | 0.607 | 中等 |
| 4020 | 0.260 | 敏盐 | ZXY2013P-11502 | 0.638 | 中等 |
| 雷霆 | 0.405 | 弱 | ZXY2013P-9-10834 | 0.524 | 中等 |
| 赛迪 5 | 0.393 | 弱 | ZXY2013P-22-11320 | 0.490 | 弱 |
| 北林 201 | 0.494 | 弱 | ZXY2013P-11358 | 0.595 | 中等 |
| ZXY2013P-28-11519 | 0.718 | 强 | ZXY2013P-4-10619 | 0.521 | 中等 |
| ZXY2013P-2-10576 | 0.681 | 中等 | ZXY2013P-18-11140 | 0.636 | 中等 |
| ZXY2013P-25-11420 | 0.447 | 弱 | ZXY2013P-10-10840 | 0.807 | 强 |

五、验证分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

5.1 试验验证与综述报告

紫花苜蓿为多年生草本豆科牧草，根系发达，固氮能力强，具有耐盐碱、耐旱、耐瘠薄

等特性，同时营养价值丰富，是各种畜禽均喜欢的优质牧草，被称为“牧草之王”。利用中度和重度盐碱地种植苜蓿，不仅可以有效解决“草粮争地”的矛盾，还能改良盐碱地提高土壤肥力，显著改善生态环境，促进农业提质增效和农民增收，实现盐碱地高效利用。而中度和重度盐碱地种植紫花苜蓿，要想获得高产稳产，首先就是筛选耐盐碱能力强的品种。

紫花苜蓿对盐碱胁迫的敏感期主要是萌发期-苗期，因此，紫花苜蓿萌发期-苗期的耐盐性鉴定尤为重要。目前国际和国内几乎所有的苜蓿品种室内耐盐性鉴定，均是采用人工配置的单盐氯化钠溶液或氯化钠+硫酸钠的复合盐溶液。实际上，盐碱地盐分组成较为复杂，对紫花苜蓿的盐胁迫是多种土壤盐离子共同作用的结果。因此，采用氯化钠溶液或氯化盐、硫酸盐的复合盐溶液进行紫花苜蓿耐盐性鉴定的标准或技术规程，往往与田间实际耐盐性存在较大的差异，这给紫花苜蓿耐盐性精准鉴定造成了困扰。试验通过设置3种耐盐鉴定溶液，N1（氯化钠单盐胁迫）、N2（氯化钠+硫酸钠复合盐胁迫）和N3（土壤全盐淋溶液盐胁迫），以盐碱地田间栽培盐胁迫鉴定结果作为对照，验证了采用暗管排盐方式收集不同全盐浓度的土壤淋溶液作为鉴定溶液，鉴定结果更接近田间实际生产。

目前，国内外学者对紫花苜蓿耐盐性鉴定技术规程已有报导，阎旭东等提出采用氯化钠配置盐溶液的方式，培养30天后，通过统计发芽性状及成苗数进行苜蓿耐盐性综合评价。实际上，苜蓿对盐胁迫的响应除了直观的生长性状还涉及到许多生理生化反应过程，包括光合电子传递、离子稳态、渗透调节剂的合成、活性氧的清除和内源激素的代谢等。土壤中盐溶液离子浓度过高会产生渗透胁迫，导致土壤水势下降，种子吸水困难甚至脱水，进而抑制种子萌发进程；同时盐离子进入植株内部会对细胞产生离子毒害，引起膜损伤，降低膜系统的稳定性，严重导致幼苗死亡。通过资料调查分析发现盐胁迫下苜蓿的发芽势、发芽率、胚根长、叶绿素含量、光合作用均显著降低，而超氧化物歧化酶（SOD）、过氧化氢酶（CAT）和过氧化物酶（POD）活性显著增加。SOD是植物体存在的一种抗氧化金属酶，作为盐胁迫下机体抗氧化的第一道防线，它可以将超氧阴离子自由基歧化成氧和过氧化氢，而CAT和POD可以立刻将过氧化氢分解成水和氧气，从而使植物细胞免受氧化损伤。同时开展的不同苜蓿品种耐盐性试验结果也表明最大光合效率与盐胁迫苜蓿生物量的相关性最强。因此，紫花苜蓿植株的叶绿素含量、光合能力和抗氧化防御能力等生理生化指标在一定程度上可以精准有效地反应其耐盐能力，将其纳入评价指标体系可以使鉴定结果更加精准。此外，采用层次分析法对各评价指标进行权重赋值，有效避免了各评价维度间参试指标数量不均造成的鉴定误差，再根据耐盐性综合评价D值进一步对紫花苜蓿的耐盐性进行耐盐等级划分，鉴定结果更加直观。

5.2 技术经济论证

在进行苜蓿耐盐性精准鉴定过程中所使用的全盐溶液在盐碱地区比较容易获取，目前通过暗管排盐技术获取土壤全盐溶液已经较为普遍，并且已有专利证明该方法是可行的。其次，

已有大量文献中使用相对叶绿素含量、最大光化学效率、抗氧化酶等指标作为耐盐性评价指标，表明该评价指标体系是可行的。

5.3 预期的经济效果

传统的通过盐碱地田间种植进行紫花苜蓿品种苗期耐盐性鉴定，结果较为准确，但时间较长，一般至少需要2年以上，因此往往不能更及时地为生产提供急需的耐盐碱紫花苜蓿品种。而通过使用全盐溶液作为鉴定溶液实现了紫花苜蓿品种耐盐性精准快速鉴定，快速有效，易于操作，适合在我国盐碱地区应用，可有效节省时间和田间种植成本。

六、标准涉及的相关知识产权说明

在编制《紫花苜蓿耐盐性鉴定及分级技术规程》团体标准时，涉及的知识产权问题需要特别关注，以确保标准的合法性、合规性和公平性。本标准使用的盐溶液胁迫方法申请了专利授权，专利信息如下：

刘忠宽，刘振宇，石嘉琦，等. 一种紫花苜蓿耐盐性鉴定的盐胁迫方法. 2025. ZL 2024 1 0412448.8.

七、采用国际标准的程度和与现行有关法律法规和强制性标准的关系

7.1 采用国际标准的程度

本规程未直接采用国际标准，属于基于国内标准的原创性团体标准。

7.2 与国内标准及有关法律法规的关系

7.2.1 引用文件

本标准在制定过程中引用了以下国内标准：

GB/T 2930.1 草种子检验规程 扦样

GB/T 2930.2 草种子检验规程 净度分析

GB/T 2930.4 草种子检验规程 发芽试验

DB13/T 945 紫花苜蓿生产技术规程

7.2.2 与其他现行标准的关联性

根据在《全国标准信息公共服务平台》检索查新，目前只有东营市地方标准《DB 3705/T13-2023 紫花苜蓿耐盐性鉴定技术规程》和河北省地方标准《DB13/T 1472—2011 苜蓿耐盐性鉴定技术规程》对苜蓿耐盐性鉴定进行了相关规范。

从苜蓿耐盐性鉴定相关标准来看，已有标准均采用人工配置的氯化钠单盐溶液作为鉴定溶液，鉴定结果往往与田间实际耐盐性存在较大的差异；拟申报标准采用暗管排盐方式收集不同全盐浓度的土壤淋溶液作为鉴定溶液。已有的相关标准均采用的耐盐指数进行综合评价，

评价指标主要以相对发芽率、相对发芽势、相对发芽指数、相对幼根长、相对活苗数等单一的生长发育指标为主，未涉及盐胁迫下紫花苜蓿的生理生化指标，拟申报标准从盐胁迫下紫花苜蓿的生长发育和生理生化多个指标维度进行综合评价。

八、重大意见分歧的处理经过和依据

无。

九、其他应予说明的事项

无。