《绿豆抗旱播种技术规程》

（征求意见稿）编制说明

起草单位：西北农林科技大学

起草时间：2025年3月12日

《绿豆抗旱播种技术规程》

编制说明

1. 工作概况
2. 任务来源

根据《陕西省市场监督管理局关于下达2024年第二批地方标准制修订计划的函》（陕市监函〔2024〕590号），将《绿豆抗旱播种技术规程》（项目编号为SDBXM 109-2024）纳入2024年度陕西省地方标准制定计划，特制定此技术规程。为提高干旱胁迫下的绿豆播种质量，保障绿豆高产稳产提供技术支持。

1. 制定标准的目的和意义

绿豆是陕西省种植业结构中重要的特色作物之一，在培肥固氮、轮作倒茬、补种填闲以及乡村特色产业发展等方面具有重要的意义。且绿豆是一种可作为粮、肥、药、饲、菜等多种用途的作物，其含有丰富的蛋白质、膳食纤维、维生素、矿物质等营养成分。研究发现，绿豆具有消炎、降脂、抗氧化等多项保健康养功能，因此绿豆被称为“绿色珍珠”，其在食品加工及营养健康等方面的价值逐渐受到广泛关注。

播种期干旱是绿豆生产中常见的不利环境条件之一，干旱导致绿豆播种质量下降，对绿豆产量品质造成不利影响。近年来，气候变化对作物生产的影响日益明显，干旱也呈逐渐复杂化的特点。采取有效的抗旱播种措施对改善绿豆出苗、提高产量具有重要意义。目前尽管已有一些广泛使用的抗旱播种技术，但缺乏较为系统化、标准化的抗旱播种技术体系，因此，制定适宜的绿豆抗旱播种技术规程，有助于完善绿豆标准化栽培技术体系、指导干旱胁迫下的绿豆生产具有重要意义。

1. 主导单位

西北农林科技大学

协作单位：榆林学院。

1. 主要工作过程

为科学编制本标准，项目主导及协作单位于2022-2024年，在陕北榆林等地围绕绿豆抗旱播种各项关键技术开展系统性研究，为本标准的制定提供了理论及实践依据。在此基础上，项目主导及协作单位按照地方标准编制计划要求，开始本标准的起草编制工作，组建起草编写组，制定工作计划，完成标准征求意见稿编制工作，相关工作内容如下：

2022-2024年度，在陕北榆林等地开展本标准相关各项关键技术研究，所涉及的关键技术主要包括品种筛选、种子前处理及保水剂研究应用等。

经过比较筛选，得到多个适应性品种。播前浸种试剂应用研究发现，使用氯化胆碱等浸种显著提高干旱胁迫下绿豆种子活力，为本标准的播前浸种试剂选用提供支持。在陕北榆林开展两年土壤添加吸水型抗旱保水剂效应分析，结果表明土壤添加适量保水剂能够显著改善绿豆生长状况，为保水剂的使用提供支持。目前，各项关键技术已在陕西省榆林等绿豆优势区进行科学的验证，具有较好的地区适用性和技术可行性。

2024年5-9月，西北农林科技大学按照文件要求开始《绿豆抗旱播种技术规程》的编制工作，组建了《绿豆抗旱播种技术规程》起草编写组，制定了工作计划。编写组人员查阅资料、调查走访，开始起草标准有关内容。召开工作会议，明确了标准起草的工作要求，就标准的基本框架及内容进行了充分讨论，形成《绿豆抗旱播种技术规程》草案。

2024年10月-2025年3月，在线下对《绿豆抗旱播种技术规程》草案进行征求意见。标准起草组对草案的标准格式、表达方式、主要内容等进行多次修改，形成《绿豆抗旱播种技术规程》征求意见稿。

1. 标准起草工作组成员及任务分工

成员及分工情况如下：

| **姓名** | **职称** | **工作单位** | **承担的工作** |
| --- | --- | --- | --- |
| 李亚君 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 调查研究、对外联络及标准起草 |
| 王雯 | 教授 | 榆林学院 | 调查研究、对外联络及标准起草 |
| 温晓霞 | 教授 | 西北农林科技大学 | 组织协调、标准内容规范 |
| 韩娟 | 教授 | 西北农林科技大学 | 组织协调、标准内容规范 |
| 党学立 | 高级实验师 | 榆林学院 | 数据分析、结果总结 |
| 陈晓红 | 副教授 | 西北农林科技大学 | 资料收集整理 |

1. 标准编制的原则和标准主要内容

（一）标准编制的原则

本标准按 GB/T 1.1-2020标准的要求进行编写，以不同绿豆品种生态适宜性分析试验为依托，绿豆高产高效生产技术相关文献为基础，同时参考国内、国际相关标准要求，使标准真正起到规范生产和指导实践的作用。标准起草力求做到结构规范、具有科学性、先进性和可操作性。标准涵盖的主要技术包括播前准备、播种及田间管理等关键技术，并对相关指标给出了明确的说明，操作具有可行性并符合生产实际，对提高绿豆生产技术水平具有积极作用。

1. 标准主要内容

该标准围绕绿豆抗旱播种，阐述了从播前准备到田间管理的各环节关键技术。包括生产资料的准备、具体种植方式、田间管理及生产档案记录等内容，为构建绿豆抗旱播种技术标准化技术体系提供系统性指导。标准具体内容详见附录《绿豆抗旱播种技术规程》。

三、实证研究：

本标准的编制基于西北农林科技大学近年来在陕北等地区开展的多项绿豆抗旱播种关键技术研究结果编制。包括栽培技术优化、抗旱浸种试剂研发及保水剂研究及应用等。其中部分关键技术实证研究主要结果和数据如下：

（一）试验方法

2022-2024年，项目围绕有限水分条件下绿豆播种质量提升，开展绿豆抗旱播种关键技术研究，包括研发胆碱类绿豆浸种试剂，开展抗旱保水剂效应评价等研究工作，结果表明相关技术有助于改善干旱胁迫下的绿豆播种质量，提高出苗率及幼苗生长状况，为绿豆后期的良好生长奠定基础。部分关键技术研究方法如下：

（1）外源氯化胆碱等对绿豆种子萌发及幼苗生长的调控效应

使用外源氯化胆碱及氯化胆碱和氨基酸复配剂对绿豆种子进行浸种处理，分析其对干旱胁迫下绿豆幼苗生长的影响。分析外源氯化胆碱等对干旱胁迫下绿豆种子萌发及幼苗生长的调控作用。测定不同处理植株生长状况、抗氧化酶活性、MDA含量等。田间试验设置不同氯化胆碱氨基酸浸种浓度，同时结合氯化胆碱赖氨酸分枝期喷雾，分析氯化胆碱氨基酸对绿豆产量及品质的调控效应。

（2）不同保水剂用量对绿豆生长及产量的影响

考察吸水型抗旱保水剂对绿豆生长的调控效应，筛选保水剂作用方式。设置五个处理：保水剂低用量30 kg/hm2 （BW-L）、保水剂中用量45 kg/hm2（BW-M）、保水剂高用量60 kg/hm2（BW-H）、0.01mm普通白色地膜（FW）、裸地（CK），小区面积25×6=150m2。结合翻耕使用保水剂。期间进行追肥及人工除草等工作，管理方式与当地农业生产相同。

（二）调查、测量分析及数据统计

主要调查内容包括陕北榆林市横山县、靖边县等地实地开展的各项前期考察、论证研讨等，分析相关种植现状，制定可行的研究方案。测量分析在田间和实验室开展。田间测定主要内容包括大田种植、农艺性状及产量品质分析等。实验室测定主要内容包括抗旱相关生理指标分析等。每个生长季结束统一组织考种、测试及数据分析等。

（三）实证效果验证报告

（1）外源氯化胆碱等对绿豆种子萌发及幼苗生长的调控效应

① 植株生长：如表1-2所示，在干旱胁迫条件下，与对照（清水浸种）相比，氯化胆碱、氯化胆碱和赖氨酸复配、氯化胆碱和天冬氨酸复配浸种处理均能够不同程度地促进干旱胁迫下绿豆种子萌发及幼苗的生长，缓解干旱胁迫对绿豆的影响。与对照相比，几种氯化胆碱处理下绿豆种子发芽率、根芽生长、幼苗根、茎长度和干重均显著增加。且氯化胆碱+赖氨酸复配、氯化胆碱+天冬氨酸复配处理效果均优于单独使用氯化胆碱。

表1 氯化胆碱及其与氨基酸复配对干旱胁迫下绿豆种子萌发的影响

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 发芽率（%） | 根长/cm | 芽长/cm | 根重/mg |
| 对照（CK） | 72.9±2.1b | 7.2+0.5c | 13.5±1.1b | 32.5±4.2d |
| 氯化胆碱 | 87.8±3.5a | 8.1±0.7c | 13.8±0.7b | 38.2±3.5c |
| 氯化胆碱+赖氨酸 | 88.2±2.4a | 10.4±0.5a | 15.1±0.6a | 40.7±3.9b |
| 氯化胆碱+天冬氨酸 | 88.5±3.3a | 9.5±0.5b | 14.9±0.9a | 44.8±4.5a |

表2 氯化胆碱及其与氨基酸复配对干旱胁迫下绿豆幼苗生长的影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 根长/cm | 根表面积(cm2) | 株高/cm | 根干重/mg | 茎干重/mg |
| 对照（CK） | 9.6±0.6c | 4.06±0.78c | 25.8±1.2b | 8.9±0.8c | 125.9±4.5c |
| 氯化胆碱 | 12.7±1.6b | 6.12±0.33b | 27.9±1.4a | 10.2±0.9b | 140.7±6.5b |
| 氯化胆碱+赖氨酸 | 14.3±0.7a | 7.47±0.42b | 27.7±1.1a | 10.7±0.7ab | 146.8±6.2ab |
| 氯化胆碱+天冬氨酸 | 14.9±1.8a | 9.87±0.30a | 28.3±0.9a | 11.4±0.6a | 148.1±10.6a |

② 抗氧化伤害机能：如图1所示，PEG（13%）模拟干旱胁迫条件下，外源氯化胆碱及其复配处理均能提高绿豆萌发期的抗氧化酶活性（SOD、POD、CAT），降低MDA含量，缓解氧化胁迫。尤其是氯化胆碱和天冬氨酸复配组（CL-ASP），在SOD、POD、CAT酶活性提升以及MDA降低方面均表现最佳。可见使用氯化胆碱及氨基酸复配浸种有助于提高干旱胁迫下绿豆萌发期抗氧化酶能力，降低干旱胁迫造成的氧化伤害。

|  |  |
| --- | --- |
| sod | pod |
| cat | mda |

图1氯化胆碱及其与氨基酸复配对干旱胁迫下绿豆种子萌发第7天抗氧化酶系比活力以及MDA含量 （A：SOD活力、B：POD活力、C：CAT活力、D：MDA含量）

② 干旱胁迫下的光合能力：叶绿素荧光参数是衡量植物光合能力及其受环境胁迫影响的重要指标。其中，初始荧光（Fo）反映 PSI~~I~~ 反应中心的开放状态，最大荧光（Fm）反映光系统（PSII）的最大荧光产量，而最大光化学效率（与Fv/Fm）是 PSII 下量子效率的重要衡量标准。

本研究测定了干旱胁迫条件下的绿豆叶片叶绿素荧光参数，分析氯化胆碱及其复配处理对绿豆光合系统的影响，结果如图2所示。与对照相比，使用氯化胆碱及其与天冬氨酸复配处理均有助于降低干旱胁迫下的Fo值，其中使用氯化胆碱与天冬氨酸复配降低作用最明显，表明氯化胆碱及其与氨基酸复配处理对干旱胁迫下PSII具有较强的保护作用。与对照相比之下，氯化胆碱及其复配处理均显著提高了Fm值，尤其氯化胆碱+天冬氨酸提高效果最明显。表明氯化胆碱天冬氨酸复配在干旱条件能够促进PSII的电子传递，提高光合系统的稳定性和光能利用效率。与对照相比，氯化胆碱及其复配处理均显著提高了Fv/Fm值，反映出其对干旱胁迫下光合系统的损伤具有一定的缓解作用。综上，氯化胆碱及其与氨基酸复配浸种有助于提高干旱胁迫下的绿豆叶片光合作用效率，增强绿豆的抗旱能力。

|  |
| --- |
| 叶绿素荧光water |

图2 氯化胆碱及其与氨基酸复配对干旱胁迫下绿豆叶片叶绿素荧光参数的影响

③产量品质：田间试验结果表明，与对照（清水浸种）相比，使用不同浓度氯化胆碱+天冬氨酸浸种有助于提高绿豆产量指标，表现为显著增加单株荚数、百粒重及产量等（表3）。在品质指标方面，如表4所示，在不同浓度氯化胆碱+天冬氨酸处理下，籽粒蛋白含量较CK显著增加。对部分微量元素、黄酮等含量进行了测定结果表明，与对照相比，氯化胆碱+天冬氨酸浸种绿豆籽粒钙、硒等元素含量显著增加。可见氯化胆碱+天冬氨酸浸种有助于改善绿豆产量及品质指标。

表3不同浓度氯化胆碱天冬氨酸复配处理对绿豆产量指标的影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 浸种浓度 | 单株荚数 | 荚粒数 | 百粒重（g） | 产量（kg/hm2） |
| 对照（CK） | 0 mg/L | 16.75±1.28a | 11.57±1.15a | 4.68±0.10c | 1030.1b |
| 氯化胆碱 + 天冬氨酸 | 400 mg/L | 16.90±3.21a | 12.27±1.22a | 5.20±0.09a | 1185.8a |
| 600 mg/L | 16.63±3.78a | 12.23±1.01a | 4.95±0.14b | 1200.6a |
| 1000 mg/L | 16.83±3.19a | 12.15±0.98a | 4.90±0.09b | 1163.5a |

表4不同浓度氯化胆碱天冬氨酸复配处理对绿豆部分品质指标的影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 浸种浓度 | 蛋白 （%） | 锌（mg/kg） | 硒（ug/kg） | 黄酮（mg/kg） |
| 对照（CK） | 0 mg/L | 22.69 | 27.53 | 11.87 | 4.26 |
| 氯化胆碱 + 天冬氨酸 | 400 mg/L | 23.17※ | 29.11※ | 45.54※ | 4.33 |
| 600 mg/L | 23.43※ | 20.12 | 30.20※ | 3.86 |
| 1000 mg/L | 23.27※ | 21.61 | 20.03※ | 4.51 |

（2）不同保水剂用量对绿豆生长及产量的影响

如表5所示，BW-L处理的绿豆株高和茎粗值均为最大，分别较其他处理高0.58%-15.53%和15.54%-46.73%。且茎粗显著高于FW处理（p<0.05）。BW-H处理的主茎节数、单株荚数、百粒重和亩产均为最高，其中，主茎节数较其他处理高33.39%-72.30%，且显著高于对照、BW-L、BW-M和FW处理（p<0.05）；单株荚数较较其他处理高34.55%-122.06%，且显著高于对照、BW-L、BW-M和FW处理（p<0.05）；百粒重分别较其他处理高4.46%-16.30%，且显著高于对照、BW-L、BW-M和FW处理（p<0.05）；小区产量显著高于对照。

表5不同用量保水剂对绿豆生长及产量的影响

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 处理 | 株高/cm | 主茎节数/节 | 单株荚数/个 | 百粒重/kg | 小区产量/kg |
| 对照（CK） | 45.89±1.31a | 6.20±0.52b | 11.47±0.64d | 6.82±0.14c | 3.85±0.27b |
| BW-L | 48.27±3.71a | 5.60±0.53bc | 14.40±1.56cd | 6.44±0.08d | 6.12±0.54a |
| BW-M | 47.99±4.29a | 5.80±0.40bc | 18.93±3.75b | 7.09±0.05b | 7.57±0.73a |
| BW-H | 44.57±2.57a | 8.27±1.71a | 25.47±0.92a | 7.49±0.11a | 7.85±0.80a |
| FW | 41.78±5.76a | 4.80±0.20c | 16.53±1.62bc | 7.17±0.06b | 6.89±0.95a |

基于上述前期开展的绿豆抗旱播种关键技术研究及优化，本标准各项关键技术已在陕西省榆林等绿豆优势区进行科学的验证。相关技术有助于提高绿豆在干旱胁迫下的出苗及生长状况，具有地区适用性和技术可行性。在科研项目的支持下，在陕北、陕南等绿豆优生区开展不同形式的技术培训及应用示范，包括农户及技术人员培训、宣讲，品种及栽培技术展示示范等，积极组织观摩和技术交流活动等，总结经验，为本标准的应用提供支持。

四、知识产权说明：标准涉及的相关知识产权说明；

本标准为自主研究，未涉及需要说明的相关知识产权。

五、采标情况：采用国际标准和国外先进标准的程度或与国内同类标准水平的比较；

本标准为首次制定的陕西省地方标准，未采用国际标准和国外先进技术，与国内同类标准相比，如DB14/T 2762-2023《旱地绿豆地膜覆盖穴播技术规程》（山西省），DB14/T2203-2020《旱地机收绿豆栽培技术规程》（山西省）等。本标准主要技术指标对比主要包含以下几个方面：

1. 在应用范围方面，已有标准侧重于旱地绿豆栽培及管理等，本标准强调陕西省绿豆优生区水分不足条件下绿豆播种质量提升。

2. 在技术体系方面：已有标准侧重于绿豆种、收等全过程，本标准结合最新研究进展，包括新型胆碱类促生剂及抗旱保水剂的应用等，通过关键技术集成构建标准化技术体系。

3. 在区域适宜性方面，本标准更适合规范陕西省绿豆优生区抗旱播种及相关栽培技术。

六、重大意见分歧的处理：

该标准编制起草过程中无重大意见分歧。

七、其他应说明的事项：

无。