

ICS: 65.020.20

CCS: B61

CSF

团 体 标 准

T/CSF XXX-2023

基于模拟分选药用植物种子
清选工艺选择规范

Selecting Rules for Seed Cleaning Technology of
Medicinal Plants Based on Simulation Sorting

2023-xx-xx 发布

2023-xx-xx 实施

中国林学会 发布

前 言

本文件依据 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》的起草规则编写。

本文件由中国林学会提出并归口。

本文件起草单位：中国农业大学、中国林学会、中国林学会林下经济分会、赣州市蔬菜花卉研究所、焦作市人民公园、焦作市绿化队、广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所、中国中药协会中药材种植养殖专业委员会、恒德本草(北京)农业科技有限公司。

本文件主要起草人：孙群、周勇辉、冯彩云、焦有太、李琳、史艳财、郭文霞、罗素梅、刘小平、范方喜、蔡磊、邓丽丽、董学会、曹海禄、许亚男、孙民健、吴伟锋。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

基于模拟分选药用植物种子清选工艺选择规范

1 范围

本文件规定了药用植物种子的术语和定义、一般要求、种批预处理、种子模拟分选、种子清选工艺验证与修正。

本文件适用于千粒重在 1.0~1000 g 之间的药用植物种子清选工艺的选择确定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件必不可少的条款，其中注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2772 林木种子检验规程

GB 7908 林木种子质量分级

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

GB/T 2930.8 草种子检验规程 水分测定

GB/T 12620 长圆孔、长方孔和圆孔筛板

GB/T 12994 种子加工机械 术语

GB/T 21158 种子加工成套设备

3 术语和定义

3.1

药用植物

是指某些全部、部分或其分泌物可以入药的植物。在本规范中，特指以种子进行繁殖的药用植物种类。

3.2

精确率 (Precision, P)

代表分选后样品中的净种子百分比。

3.3

召回率 (Recall, R)

即获选率，分选后净种子数量占分选前净种子数量的百分比。

3.4

F1 分数(F1-Score)

F1 分数为精确率和召回率的调和平均值，是一个综合评价指标。计算公式为：

$$F_1 = P \times R \times 2 / (P + R) \times 100\%$$

3.5

本文件涉及的种子加工术语与定义执行 GB/T 12994 的规定。

4 一般要求

4.1 种批

根据 GB/T 2930.1 对种批扦样，依据 GB/T 2930.2、GB/T 2930.8 或 GB 2772 进行净度和水分检测，净种子水分低于 13%。

4.2 种子清选设备及工具

CCD 扫描仪（分辨率 $\geq 600\text{dpi}$ ，色彩位深度 $\geq 24\text{bit}$ ）、电子密度天平（精度 0.1mg ）、数显游标卡尺（精度 0.01mm ）、种子模拟分选系统（AIseed Simulation）；种子清选设备包括预清机、刷种机、除芒机、风选机、筛选机、风筛清选机、色选机、比重清选机等，设备符合 GB/T 21158 的规定，筛片符合 GB/T 12620 的规定。生产前，所有用到的设备和器具进行检修，使其处于正常工作状态，清除机器内部残留种子及杂质。

4.3 人员要求

操作人员熟悉种子模拟分选系统以及种子清选设备的操作，能够根据模拟分选结果进行筛片的更换及设备工作参数的调整。

5 种批预处理

带芒、刺或相互粘连的种批，用刷种机或除芒机去除芒刺或将相互粘连的种子打散成个体。预清机下筛选用筛孔尺寸为 0.5mm 的圆孔筛，筛选去除机器视觉无法识别的小杂质，通过预清机的风选功能同时去除灰尘及轻杂。

6 种子模拟分选

6.1 扦样及扫描

随机扦取预清后的样品1000粒左右，整齐有序摆放在CCD扫描仪上，扫描分辨率选用300dpi，背景板颜色首选蓝色，浅色种子也可选用黑色背景，扫描图片保存为TIF、BMP或PNG等无损格式。

6.2 单粒种子及杂质的厚度测定

用数显游标卡尺按序号测定每一粒种子及杂质的厚度；也可将种子及杂质按序号依次侧立并固定在透明胶板上，形状不规则的种子，固定时大头朝下，然后进行扫描，扫描参数同6.1。采用种子模拟分选系统（ASeed Simulation）的表型提取功能提取每一粒种子及杂质的厚度。

6.3 单粒种子及杂质的比重测定

采用电子密度天平按序号测定单粒种子及杂质的比重。

6.4 数据分析

采用种子模拟分选系统（ASeed Simulation）提取扫描图片中每一粒种子或杂质的表型指标，包括：Length(长度，单位mm)、Width(宽度，单位mm)、R(Red，红色值)、G(Green，绿色值)、B(Blue，蓝色值)、R/G、R/B、G/B等指标，在系统自动生成的excel表格中手动补充净度(1代表种子，0代表杂质)、厚度和比重数据。通过种子模拟分选系统的的功能，分析净杂类别与长、宽、厚、比重、各颜色指标之间的Spearman相关系数，选择显著相关的指标，查看净种子与杂质在该指标下的概率密度分布图（图1），手动记录净种子与杂质重叠部分的两侧数据及中间值作为该指标的候选分选阈值。

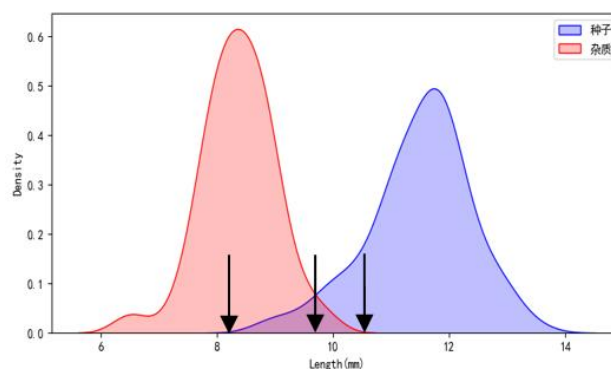


图1 净种子与杂质的概率密度分布图（示例）

6.5 单指标模拟分选效果比较

依据6.4确定的分选指标与分选阈值，在种子模拟分选系统中选择对应的分选组件，其中宽度选择圆孔筛，厚度选择长孔筛，长度选择窝眼筒，比重选择比重清选，颜色指标（R、G、B、R/G、R/B、G/B）选择色选。在组件打开页面填入候选分选阈值，进行模拟分选。然后在评估页面比较不同指标不同阈值的精确率、召回率和 F_1 值。在精确率达到相关质量标准（国标、行标、地标或团标）净度要求的前提下，选择 F_1 较高的分选指标及分选阈值，作为该种批的清选工艺。如果所有单指标模拟分选后精确率均未达到相关质量标准要求（国标、行标、地标或团标），则进行下一步的组合分选。

6.6 组合分选模拟分选效果比较

步骤一：选择圆孔筛组件，分选阈值参考6.4的评估结果；步骤二：步骤一分选后的样品再次进行数据分析，根据概率密度分布图确定厚度候选分选阈值，选择长孔筛组件，填入候选阈值，通过评估确定厚度的分选阈值；步骤三：步骤二分选后的样品进行第三次数据分析，根据概率密度分布图确定长度候选分选阈值，选择窝眼筒组件，填入候选阈值，通过评估确定长度的分选阈值；步骤四：步骤三分选后的样品进行第四次数据分析，根据概率密度分布图确定各颜色指标的候选分选阈值，选择色选组件，依次选择不同的颜色指标和候选阈值，通过评估确定颜色指标及其分选阈值；步骤五：步骤四分选后的样品进行第五次数据分析，根据概率密度分布图确定比重的分选候选阈值，选择比重清选组件，填入候选阈值，通过评估确定比重的分选阈值。如果上述某指标与净杂分类无显著相关，或所在种子加工厂未配置某指标对应的清选设备，则该指标对应的步骤可跳过。从步骤二开始，精确率一旦达到相关质量标准（国标、行标、地标或团标）的净度要求，组合分选模拟流程即可中止，已经完成的步骤即为该种批的清选工艺。

7 种子清选工艺验证与修正

根据上述确定的种子清选工艺，选用相应的清选设备进行实际分选，记录实际操作时的风量、振动频率、转速、横向倾角、纵向倾角等系列工作参数，作为种子清选工艺的补充。分选结束后，进行净度检测，验证种子净度是否达到相关的质量标准要求（国标、行标、地标或团标）。

参考文献

- [1] Tu KL, Wu WF, Cheng Y, Zhang H, Xu YN, Dong XH, Wang M, Sun Q. AIseed: Automated image analysis software for high-throughput phenotyping and quality non-destructive testing of individual seeds[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2023, 207: 107740.
- [2] Wu WF, Cheng Y, Tu KL, Ning CL, Yang CM, Dong XH, Cao HL, Sun Q. Study on the selection of processing process and parameters of *Platycodon grandiflorum* seeds assisted by machine vision technology[J]. *Agronomy*, 2022, 12: 2764.
- [3] 陈海军, 冯志琴, 孙文浩. 玉米种子加工工艺与设备配置研究[J]. *中国种业*, 2010, 11: 22-24.
- [4] 马志强, 马继光. 种子加工原理与技术. 北京: 中国农业出版社, 2009.
- [5] 欧克立, 孙国海. 黄芪栽培技术[J]. *广东林业科技*, 2011, 27(03): 80-82+85.
- [6] 潘安中, 谢树莲, 张灯, 秦雪梅. 中药黄芪栽培技术研究[J]. *山西农业科学*, 2007(01): 51-55.
- [1] 彭江南, 谢宗铭, 杨丽明, 王建华, 孙宝启, 孙群. 基于 Seed Identification 软件的棉籽机器视觉快速精选, *农业工程学报*[J], 2013, 29(23): 147-152.
- [7] 孙群, 胡晋. 种子加工与贮藏 (第 2 版). 北京: 高等教育出版社, 2023
- [8] 王君阳, 王吓长. 智能色选机在中药净选生产中的应用[J]. *现代工业经济和信息化*, 2022, 12(06): 140-142.
- [9] 王晓飞, 魏国江, 关向军, 龙雪栋, 房海悦, 徐海军. 不同种子处理方法对两种黄芪种子萌发的影响[J]. *贵州农业科学*, 2019, 47(05): 116-119.
- [10] 张德高, 刘敏基, 谢焕雄. 农产品光电色选原理及色选机国内外研究发展现状[J]. *保鲜与加工*, 2020, 20(03): 233-237.
- [11] 张尚智, 张建军, 刘玲玲. 我国中药材种子种苗标准发布状况及分析[J]. *畜牧兽医杂志*, 2019, 38(1): 49-54.
- [12] 赵宇, 姜岩, 邹德爽, 孙鹏, 陈武东. 种子加工工艺流程和设备配置[J]. *农机使用与维修*, 2020(09): 26-27.