

转基因植物及其产品环境安全检测
耐除草剂油菜
征求意见稿编制说明

中国农业科学院油料作物研究所
2026.6

目录

一、工作简况	4
(一) 标准制定背景	4
(二) 任务来源	6
(三) 起草单位情况	7
(四) 起草过程	9
1、前期准备	9
2. 方法建立	10
3. 文本起草和征求意见	10
4. 标准方法验证	11
5. 验证数据的汇总分析、标准文本完善与送审	11
6. 标准审定和报批	错误! 未定义书签。
二、标准编制原则、标准的主要内容、技术参数的确定	12
(一) 编制原则	12
1. 科学性	12
2. 先进性	12
3. 适用性	13
(二) 转基因耐除草剂油菜环评标准方法建立的准备工作 ...	13
1. 标准主要内容	13
2. 标准技术参数确定依据	13
(三) 标准的主要内容、技术参数的确定	16
1、除草剂耐受性	错误! 未定义书签。
2、生存竞争能力	21
3、外源基因漂移	24
4、生物多样性的影响	30

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	35
(一) 试验验证的分析、综述报告及技术经济论证	35
(二) 预期的经济效益、社会效益和生态效益	35
四、 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况	35
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	35
六、 与现行标准、法律法规和强制性标准的关系	35
七、 重大分歧意见的处理经过和依据	36
八、 涉及专利的说明	36
九、 标准作为强制性或推荐性标准发布的意见及实施建议	37
十、 其他应说明的事项	38
十一、 参考文献	37

一、工作简况

（一）标准制定背景

为了确保粮食安全，建设农业强国，科技兴农，在生物育种方面，中央一号文件从最初的“有序推进”、“全面实施生物育种重大项目”，到如今的“加快生物育种商业化步伐”，正在推动以转基因为代表的生物育种飞速发展，截止截至 2025 年底，我国共批准 69 个转化体的生产应用安全证书，涵盖转基因玉米、大豆、棉花、水稻及番木瓜等。转基因油菜是实现油菜的扩面增产、提质增效目标的重要手段，国内各研发单位的耐除草剂油菜转化体也处在环境释放、生产性试验及申请安全证书等不同阶段的安全评价过程。根据我国转基因生物安全管理法规要求，申请安全证书的转基因作物需进行目标性状有效性、生存竞争能力、基因漂移风险、对生物多样性的影响等评价检测工作，这些评价检测工作的实施通常需要依赖标准化的检测方法。

为指导转基因油菜的环境安全检测工作，我国最早在 2003 年发布了农业行业标准《转基因油菜环境安全检测技术规范》（NY/T 721.1—2003、NY/T 721.2—2003、NY/T 721.3—2003），在该标准基础上，2007 年发布了油菜国家标准《转基因油菜环境安全检测 育性改变油菜》（农业部 953 号公告—7—2007），2015 年针对耐除草剂油菜发布了《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》（农业部 2259 号公告—17—2015、农

业部 2259 号公告—18—2015)。上述标准在前期的转基因油菜环境安全评价工作中发挥了重要的指导作用。但随着检测技术的发展，转基因作物环境安全评价检测以“目标性状+物种”为制标单元，以满足不同性状、不同种类转基因作物的评价检测需求。

已发布的转基因油菜环境安全检测标准在实际应用中暴露出检测指标不完善问题。现行有效的转基因油菜标准《转基因油菜环境安全检测技术规范》和《转基因油菜环境安全检测 育性改变油菜》，在生存竞争能力方面，缺少荒地和栽培地竞争性检测指标；在生物多样性方面，缺少节肢动物群落结构具体的检测指标，同时也缺少喷施目标除草剂处理后，田间节肢动物、病害、杂草群落的检测指标；后来发布实施的耐除草剂油菜的环境安全检测标准《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》在生存竞争能力方面缺少荒地分期播种、栽培地产量性状检测指标，除草剂耐受性检测缺少油菜株高、成苗率检测指标，同时缺少花粉活力和对生物多样性影响的检测指标。现行标准的缺陷造成研发单位及检测机构在进行部分指标检测时缺少统一的权威依据，提供的安全评价技术资料不统一、内容不全面，导致专家评审依据不清晰，评审尺度不统一。因此，为规范我国耐除草剂油菜的环境安全评价工作，保障其环境安全，我国亟需修订现行的转基因油菜环境安全检测标准，建立更加完整、科学的《转基因植物及其产品环境安全检测 耐

除草剂油菜》环境安全检测标准。

（二）任务来源

本标准制定任务来源于农业农村部 2026 年农业国家标准和行业标准制修订项目（农质标函〔2026〕41 号）。由中国农业科学院油料作物研究所和农业农村部科技发展中心联合起草。

在本次耐除草剂油菜环境安全评价标准修订工作中，原计划同步对《转基因油菜环境安全检测技术规范》（NY/T 721.1—2003、NY/T 721.2—2003、NY/T 721.3—2003）（2003 年发布，以下简称“2003 年版标准”）及《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》（农业部 2259 号公告—17—2015、农业部 2259 号公告—18—2015）（2015 年发布，以下简称“2015 年版标准”）进行修订。

经审慎评估，现决定本次仅对 2015 年版标准进行修订，暂不修订 2003 年版技术规范。理由如下：

保持基础标准的连续性与完整性：2003 年版技术规范是针对转基因油菜环境安全检测的基础性、通用性技术规范，其适用范围不仅限于耐除草剂油菜，也涵盖了抗虫、抗逆等其他性状的转基因油菜。若本次同步废止或修订该技术规范，将导致针对抗虫、抗逆等其他类型转基因油菜的环境安全检测工作缺乏直接的环境安全评价技术依据。

修订内容不存在实质性冲突：本次对 2015 年版标准的修订，主要侧重于针对耐除草剂性状特异性指标的细化与完善，同时

增加耐除草剂油菜生物多样性检测指标。经技术比对，修订后的指标体系与 2003 年版导则中的通用性原则及方法不存在矛盾或冲突，两者可并行使用。

综上所述，为兼顾标准体系的系统性与修订工作的针对性，本次仅对 2015 年发布的《转基因植物及其产品环境安全检测耐除草剂油菜》进行修订，2003 年版《转基因油菜环境安全检测技术规范》继续有效。后续将根据实际需要，适时启动对该通用导则的整体修订工作。

本标准主要起草人为：闫晓红，赵桐桐，朱莉，高芳瑞，沈晨辉，刘芳，武玉花，陆琳，王盼娣，张岩，王思远，任莉，王晨尧，吴刚，傅芳奇。

（三）起草单位情况

中国农业科学院油料作物研究所（简称油料所）是我国唯一的国家级油料专业研究机构，隶属农业农村部；2002 年被正式列入国家非营利性科研机构，是我国首批整体进入国家科技创新体系的农业科研单位。依托本单位建有“农业农村部植物生态环境安全检验测试中心（武汉）”，该中心是我国第一批授权进行转基因检测的机构，也是本项目承担单位。检测中心于 2007 年 12 月份首次通过了双认证，并于 2008 年 4 月 21 日获颁了“审查认可证书”和“计量认证证书”。检测中心先后于 2011 年 1 月份、2014 年 1 月份、2017 年 1 月份、2020 年 11 月份顺利通过了农产品质量安全检测机构考核、审查认可与国

家计量认证现场评审复审，获颁了“农产品质量安全检测机构考核合格证书”、“审查认可证书”和“计量认证证书”三证书。中心的技术团队围绕保障我国生物技术产业健康发展对转基因产品安全技术与理论的重大需求，在转基因安全评价研究领域，开展了转基因油菜、大豆、棉花及水稻等作物的环境安全检测技术、转基因产品成分检测技术和转基因检测标准物质研究。通过开展与检测相关的科研工作，本检测中心发表检测论文近百篇，其中 SCI 论文 50 余篇；申请专利 20 余项并获授权；制定并发布国家标准 20 余项。通过长期积累，检测中心具备实施本项目的人力资源、技术平台和能力。

农业农村部科技发展中心（以下简称中心）为农业农村部直属事业单位，加挂农业农村部转基因生物安全监管中心牌子。多年来牵头组织全国农业转基因检测体系建设，负责 42 家部级转基因检测机构体系建设和业务指导，负责国家农业转基因生物安全委员会秘书处、全国农业转基因生物安全标准化技术委员会秘书处日常工作，自 1997 年起一直承担农业农村部委托的农业转基因生物安全管理工作。2021 年，依托中心建立的农业农村部农业生物技术产品质量安全检验检测中心（以下简称“检测中心”）获得检验检测机构资质认定（CMA）与农产品质量安全检测机构考核（CATL）合格证书，建设了各类农业转基因生物成分、环境和食用安全检测及生物材料保存设施。共有实验室 1000 多平方米，试验基地 75 亩，拥有荧光定量 PCR 仪、数

字 PCR 仪等仪器设备 63 台套。多年来，发表论文 100 余篇，申请专利和软著 20 余项，组织开展近 300 项转基因检测标准的研制，不仅有进行转基因检测标准研制的设备设施和技术能力，且具备统筹实验材料，组织循环验证、协调项目实施的条件和技术能力。

（四）起草过程

1、前期准备

任务下达后，按照工作需要我们及时组成了标准制定工作组，并根据实际情况初步确定了标准制定的工作计划及技术路线。工作组通过开展文献检索，收集、整理了专利文献、期刊文献和转基因检测相关标准，仔细分析了国内外耐除草剂油菜环境安全评价的相关资料。

通过收集国内外相关的法规、技术标准、文献报道等技术资料，并根据项目组对耐除草剂油菜的研究和试验数据，整理耐除草剂油菜评价技术方法数据，初步建立了相关评价技术规程。参考《转基因油菜环境安全检测技术规范》（NY/T 721.1~721.3—2003）、《转基因植物及其产品环境安全检测 育性改变油菜》（农业部 953 号公告—7—2007）、《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》（农业部 2259 号公告—17~18—2015）等相关国家标准，起草了该标准的框架结构，组织实施相关标准制定工作，并按照相应要求进行标准的撰写工作。

2. 方法建立

本标准研制的技术路线见图 1。参考已有相关标准，将《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》分为四个部分，分别为除草剂耐受性、生存竞争能力、外源基因漂移和生物多样性的影响。结合项目组的研究结果，系统总结评价数据和各项技术，形成转基因耐除草剂油菜的环境安全检测方法。

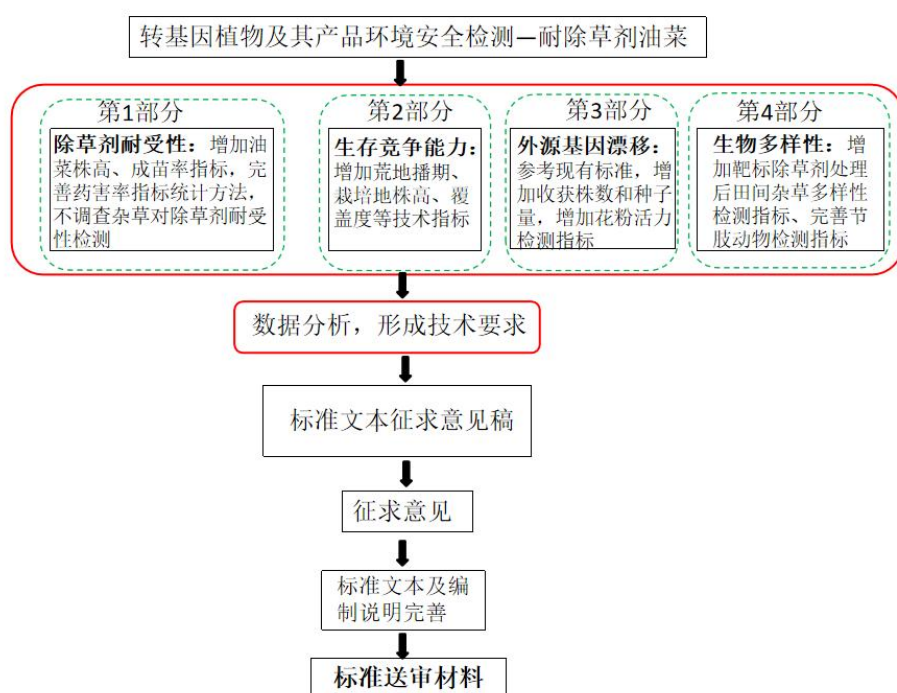


图 1 转基因耐除草剂油菜环境安全检测标准研制的技术路线

3. 文本起草和征求意见

本次标准制定是按照 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》，参照已发布的转基因植物及其产品环境安全检测的相关标准，结合研究建立的耐除草剂油菜环境安全检测方法，编写《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》标准征求意见稿及编制说明，

并送有关专家征求意见，收集整理专家回复的意见，根据专家提出的建议和意见对征求意见稿进行修改，最后形成标准送审稿和编制说明。

4.标准方法验证

经专家论证，根据标准文本制定的转基因耐除草剂油菜环境安全评价方案，先后在农业农村部植物生态环境安全检验检测中心(武汉)、农业农村部农产品及加工品质量监督检验测试中心(天津)、农业农村部食品质量监督检验测试中心(成都)、农业农村部植物生态环境安全监督检验测试中心(安阳)及农业农村部农作物生态环境安全监督检验测试中心(济南)等多家检测机构开展转基因耐除草剂油菜环境安全评价检测，对本标准的科学性、先进性和适用性进行综合评价。通过多机构、多地域、平行验证，确保标准方法的重复性、再现性和适用性。经验证，本标准所规定的技术方法科学合理、操作性强，能够满足转基因耐除草剂油菜环境安全评价的检测需求，具有良好的科学性和适用性。

5.验证数据的汇总分析、标准文本完善与送审

汇总分析多家检测机构的验证结果，组织专家对修改完善的征求意见稿文本、验证方案和验证结果及分析汇总结论、标准的编制说明等相关材料进行预审。根据专家意见进一步修改完善相关材料，形成标准送审稿及编制说明等相关资料，提交全国农业转基因生物安全管理标准化技术委员会进行审定。

6. 标准审定和报批

受农业农村部农产品质量安全监管司委托，农业农村部科技发展中心于2026年6月5日组织专家，在北京对本标准进行预审。根据标准制定的原则和程序，制标人汇报了标准研制的背景、研制过程、关键技术参数、验证结果和标准文本的主要内容等，然后请专家对标准的研制过程和标准文本逐条进行质疑，并对标准不妥之处提出修改意见。预审过程中，专家对本标准的政策性、先进性和可操作性给予了肯定，在认可本标准组织研制工作、技术路线和标准方法的同时，对标准文本的规范性提出了更高的要求，提出了进一步修改的意见。标准预审会后，根据专家提出的意见，进行了认真的分析，接受了修改意见。通过对标准的进一步修改，形成了标准征求意见稿。

二、标准编制原则、标准的主要内容、技术参数的确定

（一）编制原则

本标准的制定过程遵循了以下几项原则：

1. 科学性

在检测方法的选择、技术指标的确定、结果分析判断等方面首先确保科学，在标准适用范围规定的界限内力求完整，在标准文本编制过程中力求做到技术内容的表述科学准确、清晰易懂。

2. 先进性

对标准中有关内容的确定，严格遵守我国农业转基因生物

安全管理法律法规及相关规章制度的要求，力求反映本研究领域的国内外先进技术及标准的发展现状与趋势，既体现目前稳定可靠的最新研究成果，又能为未来技术发展提供框架，使标准中所规定的技术内容有利于提高检测结果的准确性和可重复性。

3.适用性

在标准方法操作程序的设计、试剂和仪器设备需求方面，始终把经济实用和可操作性作为重要的依据，确保标准的内容便于实施，并且易于被其他标准和文件所引用。

(二) 转基因耐除草剂油菜环评标准建立的准备工作

1.标准主要内容

根据耐除草剂油菜的特点，本标准分为四个部分，分别为除草剂耐受性、生存竞争能力、外源基因漂移和生物多样性的影响。每部分的结构主要包括了范围、规范性引用文件、术语和定义、要求和试验方法等部分。

2. 标准技术参数确定依据

2021年，全球批准商业化种植的转基因作物涉及29个国家（地区），总面积达1.955亿公顷，其中有997万公顷，是转基因油菜^[1]。虽然到目前为止，我国转基因油菜尚未实现商业化种植^[2]，但在转基因油菜方面的研发速度已逐渐与国际接轨，具备巨大的竞争优势与良好的发展前景^[3]。

转基因油菜的环境安全需要考虑：转基因油菜本身是否会

演变成有害植物，如难以控制的杂草等；外源基因是否会流散到其他物种造成食用安全和环境安全隐患，是否会影响其他生物的生存，影响生物多样性等^[4]。为指导转基因油菜的环境安全检测工作，我国最早在2003年发布了农业行业标准《转基因油菜环境安全检测技术规范》（NY/T 721.1—2003、NY/T 721.2—2003、NY/T 721.3—2003），在该标准基础上，2007年发布了油菜国家标准《转基因油菜环境安全检测 育性改变油菜》（农业部953号公告—7—2007），2015年针对耐除草剂油菜发布了《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》（农业部2259号公告—17—2015、农业部2259号公告—18—2015）。上述标准在前期的转基因油菜环境安全评价工作中发挥了重要的指导作用，但在转基因耐除草剂环境安全评价检测实际应用中暴露出检测指标不完善、评价方法不科学等问题。

在耐除草大豆、耐除草剂玉米、耐除草剂棉花及耐除草剂水稻等同类技术标准中，对除草剂耐受性、生存竞争能力、基因漂移、生物多样性影响的检测方法做了详细的规定。《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂大豆》（农业部2031号公告—2—2013）在靶标除草剂耐受性方面，规定了试验材料喷施目标除草剂后株高，成苗率及除草剂受害率等技术参数的检测方法；在生存竞争能力方面，规定了转基因耐除草剂大豆的竞争性、繁育系数、种子落粒性、自生苗产生率和种子自然

延续能力等技术参数的检测方法；在外源基因漂移方面，规定了转基因大豆与栽培大豆及野生大豆之间的基因漂移和基因漂移的距离及频率的检测方法；在生物多样性方面，规定了对大豆田节肢动物多样性、大豆主要病害、根瘤菌及主要杂草发生影响的检测方法。《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂玉米》（农业部 953 号公告—11.1~11.4—2007）、《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂棉花》（农业农村部公告第 423 号—14~17—2021）和《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂水稻》（农业部 2259 号公告—15~16—2015）分别规定了转基因玉米、棉花及水稻在荒地条件下，对杂草种类、数量、覆盖度和自生苗数量的检测方法，在栽培地条件下，对植株株高、覆盖度、产量和发芽率的检测方法；外源基因漂移距离和频率的检测方法；对田间节肢动物群落结构、病害及田间主要杂草影响的检测方法。《转基因植物及其产品环境安全检测 花粉活力的测定》（农业农村部第 423 号公告—11—2021）通过花粉直径大小和花粉管萌发率，规定了转基因玉米、大豆及棉花花粉活力检测方法。上述同类标准为转基因耐除草剂油菜的环境安全检测指标及检测方法的确定，提供了重要参考。

（三）、标准的主要内容和技术参数的确定

1. 除草剂耐受性

除草剂耐受性检测主要包括喷施目标除草剂后油菜成活率、株高及药害指数等检测指标。本标准在制定过程根据田间试验研究结果及以往标准使用中存在的问题，主要对现行标准《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜 第1部分：除草剂耐受性》（农业部 2259 号公告—17—2015）的部分内容进行了修订和完善。主要修订如下：

1.1 试验设计

原来耐除草剂油菜标准中小区面积太小，调查植株数目少，影响调查植株的代表性（图2），小区面积 2m² 改为 20m²，3次重复；考虑到田间试验的准确性，去掉原来标准中关于在室内或网室中种植的描述，统一改为田间试验。



图 2 喷施靶标除草剂2周的小区

左图为喷施靶标除草剂的转基因受体对照小区，右图为喷施靶标除草剂的耐除草剂转基因油菜。

1.2 除草剂耐受性检测指标

原来标准中没有喷施目标除草剂后油菜株高调查指标，同时也缺少喷施除草剂后不同调查时间药害等级调查，原标准成活率调查为药后 1 周和 2 周，药害率计算公式原标准有误，计算的是死亡率，修订后的标准完善了上述检测指标的调查时间及靶标除草剂药害计算公式，分别在用药前调查和记录小区油菜总出苗数，药后 4 周调查和记录小区油菜总成苗数，计算成活率；药后 1 周、2 周和 4 周调查和记录油菜株高（小区中间相邻两行连续 20 株）及药害症状级别（小区中间相邻两行连续 20 株）。

1.3 杂草对除草剂耐受性检测

原来标准中关于耐目标除草剂田间杂草调查和抗性杂草对目标除草剂耐受性检测项目，考虑到本标准重点是转基因作物对靶标除草剂耐受性检测，抗性杂草并非检测指标，修订后的标准中不开展该项目调查。

1.4 靶标除草剂耐受性检测

在修订的标准中，为了准确反映转基因耐除草剂油菜对目标除草剂的耐受性和耐受程度，转基因耐除草剂油菜与非转基因对照油菜对目标除草剂的耐受性差异，设置以下试验进行分析。

(1) 试验设计

随机区组设计，3次重复，小区间设有1.0 m宽隔离带，小区面积20 m²。

(2) 试验方法

油菜5~7叶期时喷施目标除草剂，为比较转基因耐除草剂油菜与非转基因对照油菜对目标除草剂的耐受性差异，试验需设置以下4个处理，分别为：转基因油菜喷施清水、转基因油菜喷施目标除草剂、对应的非转基因油菜喷施清水、对应的非转基因油菜喷施目标除草剂。为准确反映转基因耐除草剂油菜品种（品系）对目标除草剂的耐受性和耐受程度，按GB/T 17980.45—2026《农药田间药效试验准则 第45部分：除草剂防治油菜田杂草》要求，目标除草剂的施用剂量设3个梯度：除草剂推荐使用剂量的中剂量、中剂量的2倍量、中剂量的4倍量。

(3) 调查和记录

调查时期为药后1周、2周和4周，主要调查的指标为油菜成活率、植株株高和药害症状（生长抑制、褪绿、枯斑、畸形等）和药害等级。具体调查方法如下：

植株株高：药后1周、2周和4周调查每小区中间相邻两行20株。为排除地力、灌溉等因素影响，在小区中间相邻两行选取20株调查植株株高更为合理科学，能反映整个小区的平均株高。

成活率：喷药前调查和记录油菜出苗数，药后 4 周调查和记录油菜成苗数。为科学反映经喷药处理的植株出苗并成活的概率，成活率应为喷药处理后仍能正常生长的植株数除以喷药处理前的出苗数计算所得，所以药后 4 周调查油菜成苗数即可。

除草剂药害率/受害指数：药后 1 周、2 周和 4 周调查相邻两行植株除草剂受害情况。油菜喷施靶标除草剂草铵膦和草甘膦的田间照片如下图 3。

在统计分析油菜药害症状分级时，按照 GB17980.45—2026 的规定，小区药害分级标准如下：

0 级：油菜生长正常，无任何受害症状，与清水对照生长一致；

1 级：油菜轻微药害，后期能恢复，不影响产量；

2 级：油菜中等药害，后期能恢复，轻微影响产量，推测减产 1%-5%；

3 级：油菜药害较重，难以恢复，推测减产 6%-15%；

4 级：油菜药害重，不能恢复，推测减产 16%-30%；

5 级：油菜药害严重，不能恢复，推测减产 30%以上。

该分级标准中，除草剂对产量的影响为推测，难以量化，因此，本标准结合喷施目标除草剂的具体药害症状，药害分级标准保留现行耐除草剂油菜标准《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜 第 1 部分：除草剂耐受性》（农业部 2259 号公告—17—2015），如下：

- 0级:生长正常, 无药害, 与清水对照生长一致;
- 1级: 微见药害症状, 局部颜色变化, 药害斑点占叶面积的10%以下;
- 2级: 轻度抑制生长或失绿, 药害斑点占叶面积 1/4 以下;
- 3级: 对生长发育影响较大, 叶畸形或植株矮化或药害斑点占叶面积 1/2 以下;
- 4级: 对生长发育影响大, 叶片严重畸形或植株明显矮化或药害斑点占叶面积 3/4 以下;
- 5级: 药害极重, 植株死亡或药害斑点占叶面积 3/4 以上。



图 3 喷施靶标除草剂的田间照片

(4) 结果分析

对试验数据进行统计分析, 比较不同处理的转基因耐除草剂材料与对应的非转基因材料在成活率、株高和除草剂受害指数方面的差异。

除草剂受害指数按以下公式计算:

$$X = \frac{\sum(N \times S)}{T \times M} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

式中：

X — 受害指数，%；

N — 某级受害株数；

S — 级别值；

T — 总株数；

M — 最高级别。

(5) 结果表述

检测结果表述为“喷施目标除草剂后，转基因耐除草剂油菜×××的成活率、株高和受害指数与对应的非转基因油菜差异达（未达）显著水平”，并对耐受剂量进行具体描述。

2. 生存竞争能力

生存竞争能力检测包括荒地生存竞争能力和栽培地生存竞争能力两部分，检测指标为耐除草剂油菜、非转基因对照油菜和杂草之间的竞争性，自生苗产生率，种子自然延续能力、繁育系数、种子脱离性、油菜株高和覆盖率，产量，种子发芽率等。

本标准在制定过程中充分考虑了耐除草剂油菜的特点，并根据田间试验研究结果及以往标准使用中存在的问题，对《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜 第2部分：生存竞争能力》（农业部 2259 号公告—18—2015）进行了修订和完善。主要修订如下：

(1) 试验材料：试验材料统一为耐除草剂转基因油菜和对应的非转基因油菜。

(2) 荒地生存竞争能力：通过检测同一生境中试验材料与杂草生长的竞争性，评估其在田间生长的生态适应性。小区面积统一为 4m^2 ，四次重复。播种由一个播期改为分期播种 3 次，至少包含 1 个适宜季节和 1 个非适宜季节；播种方式为地表撒播，原来标准中播种量为 250 粒-300 粒/ m^2 ，根据油菜实际播种量 $0.4\text{g}/\text{m}^2$ 和千粒重 2.5 克-4.5 克，推算每个小区播种密度为 90-160 粒/ m^2 ，统一为每个小区播种量 400 粒播种；荒地生存竞争能力的管理中增加了“为便于播种，播前可适当清理杂草”，这主要是根据多年的田间试验经验，考虑后期播种时田间杂草已经基本覆盖了整个小区，会造成油菜不易出苗；荒地生存竞争能力调查指标原来标准通过五点取样的调查方法，调查样点内杂草种类、数量、优势群落高度和覆盖度，同时调查全小区油菜株数和覆盖度，考虑到杂草株数太多，难以分清，而且每种杂草的体积不同，数量不能真实反映其竞争性，主要杂草种类和杂草覆盖度更能体现其竞争优势；另外，由于小区面积小、杂草生长茂盛，五点取样的调查方法操作性不强，而直接估算整个小区的杂草种类和覆盖度更直观、更方便，更能反映杂草的竞争性。

(3) 栽培地生存竞争能力：原来转基因油菜标准中，缺少栽培地情况下，试验材料的生存竞争性检测指标，参考其他同类标

准，增加了关键生育时期油菜株高、覆盖度的检测指标。

油菜重要生育时期根据《农作物品种试验规范 油料作物》（NY/T 3924—2021），具体分为抽薹期、初花期、盛花期、终花期、成熟期及收获期 6 个时期，6 个时期的区分标准见下表 1。

表 1 油菜生育时期划分

抽薹期	以 50%以上植株主茎开始延伸，主茎顶端离子叶节达 10 cm 为标准
初花期	以全区有 25%以上植株开始开花为标准
盛花期	以全区有 75%以上植株已经开花为标准
终花期	以全区有 75%以上植株完全谢花（花瓣变色，开始枯萎）为标准
成熟期	以全区有 20%以上角果转黄变色，且主花序中下部角果的种子呈成熟色为标准
收获期	实际收获日期

另外，考虑到油菜苗期（5-7 叶期）代表油菜营养生长关键时期，在栽培地竞争性调查中，增加了苗期（5-7 叶期）调查。

具体调查时期包括：在油菜苗期（5-7 叶期）、抽薹期、初花期、盛花期、终花期、成熟期及收获期，每小区调查 10 株油菜株高，并估算全小区油菜相对覆盖度。

（4）由于经常只有栽培地才能收获足够多的种子，所以种子自然延续能力、种子脱落性和种子发芽率只在栽培地情况下开展，栽培地种子收获后，进行这三项检测指标的测定。

（5）自生苗产生率：只在荒地情况下进行检测，栽培地人工耕作管理情况下，很难产生自生苗。

（6）繁育系数在荒地和栽培地同时开展。

(7) 油菜落粒性：2015年版标准中，油菜脱落性调查统计，采用的方法通过室内测定，步骤比较繁琐，与大田实际情况存在偏差，在修订的标准中，采用田间自然落粒统计调查方法，方法操作简单方便，与田间实际更加一致，具体包括：油菜黄熟期（全小区约 2/3 角果变黄时），每小区随机选择 10 株油菜，每株在主花序中部角果中，随机标定 10 个发育正常、大小一致的角果，观察上述角果落粒数，每 7 d 观察 1 次，共观察 3 次，计算落粒率。

(8) 删掉花粉活力染色内容。2015年版现行转基因耐除草剂油菜标准中，在生存竞争能力方面，通过花粉醋酸洋红染色来进行花粉活力检测，由于醋酸洋红染色过程存在不同活力花粉，染色深浅不同，缺乏统一的染色深浅判定花粉活力标准，参考转基因玉米、棉花及大豆的花粉活力标准《转基因植物及其产品环境安全检测 花粉活力的测定》（农业农村部第 423 号公告—11—2021），修订为通过花粉粒直径大小和花粉管体外萌发检测方法，并把该标准放在外源基因漂移部分。

3. 外源基因漂移

外源基因漂移检测包括转基因油菜与生育期相近的当地常规油菜及油菜近缘种之间的基因漂移率、基因漂移距离和不同距离的异交率。上述参数主要依据《转基因油菜环境安全检测技术规范 第 2 部分：外源基因流散的生态风险检测》（NY/T 721.2—2003）。有变化的包括以下部分：

3.1 增加了“油菜近缘种”术语和定义

在油菜花粉漂移（基因流）研究中，“近缘种”指与花粉供体转基因耐除草剂油菜具有生殖兼容性、能够发生天然杂交的野生或栽培近缘物种，主要属于十字花科（*Brassicaceae*）芸薹属（*Brassica*）及近缘属^[5]。

3.2 在试验材料种，增加代表性近缘种的选择

选取代表性近缘种时，通常依据基因组同源性、地理分布、花期重叠度、田间杂交频率及生态风险等因素进行选择。甘蓝型油菜芸薹属内近缘种油菜一般为白菜型油菜、芥菜型油菜、埃塞俄比亚芥，蔬菜为白菜类（大白菜、小白菜、菜心），甘蓝类（花椰菜、西兰花、卷心菜和羽衣甘蓝），芥菜类（叶用芥菜、茎用芥菜、根用芥菜）。

3.3 确定了收获植株数量和种子收获量

在种子异交率测算、基因漂移距离及基因漂移率测算中，规定了具体收获植株数量和种子收获量，并增加了结果分析及结果具体描述。

3.4 增加了花粉活力测定

由于花粉活力与外源基因漂移相关参数直接相关，通过查阅文献^[6-7]并参考《转基因植物及其产品环境安全检测 花粉活力的测定》（农业农村部第 423 号公告—11—2021），研制了油菜花粉活力相关检测指标的检测方法。具体如下：

（1）花粉的采集和保存

试验材料为转基因油菜、对应的非转基因对照。选择健康的植株用于花粉的采集。采取足量正在散粉的小花，放入未完全密封的容器中，低温保存，半小时内带回实验室进行试验。

(2) 花粉形态观察

选取转基因和其对应的非转基因对照植株各 3 株，作为 3 个生物学重复，收集小花进行形态观察。将收集的小花均匀地涂抹在下述液体花粉萌发培养基上，立即用显微镜观察转基因及其对应的非转基因对照花粉粒，并测量其直径大小。每株植物统计 30 个花粉粒直径，3 株共统计 90 个花粉粒的直径。

(3) 花粉的离体萌发

试验材料分组：将收集的转基因和其对应的非转基因对照花粉各分为 10 组，用于花粉萌发试验。

油菜液体花粉萌发培养基配方及配置：通过查阅文献^[6-7]，参考现行花粉活力的测定指标，油菜液体花粉管萌发培养基配方及配置方法为：按表 2 所示配方称取各试剂，依次溶解于少量重蒸水中，定容至 1L，调 pH 值为 6.8-7.2 之间。因赤霉素(GA)、维生素 B₁ (VB₁) 加入量过少，推荐配置成母液浓度再使用。配好的溶液于超净工作台中过滤除菌后，放于 4° C 冰箱中保存备用，取用前应先恢复至室温。

表 2 油菜液体花粉萌发培养基 (PGM) 配方

成份	含量 (g/L)
蔗糖 (Sucrose)	150
硼酸 (H ₃ BO ₃)	0.50
氯化钙 (CaCl ₂)	0.55
PEG6000	50
赤霉素 (GA)	0.002
维生素 B ₁ (VB ₁)	0.01

固体花粉萌发培养基配制方法：按表 3 所示配方称取各试剂，依次溶解于少量重蒸水中（琼脂粉除外），定容至 1L，调 pH 值为 6.8-7.2 之间，过滤除菌，配制成 2×液体花粉萌发培养基 (PGM)。因赤霉素 (GA)、维生素 B₁ (VB₁) 加入量过少，推荐配置成母液浓度再使用。使用前将 2×培养基加热至 72℃ 10min 后，于超净工作台中加入等体积的灭菌的 0.4%的琼脂粉（将 4g 琼脂粉加入 1L 重蒸水），使得琼脂的终浓度为 0.2%，混匀后再加入赤霉素和维生素 B₁，将培养基倒入小皿中，自然冷却后放于 4° C 冰箱中保存备用，取用前应先恢复至室温。

表 3 2×固体花粉萌发培养基配方

成份	含量 (g/L)
蔗糖 (Sucrose)	300
硼酸 (H ₃ BO ₃)	1
氯化钙 (CaCl ₂)	1.11
PEG6000	100
赤霉素 (GA)	0.004
维生素 B ₁ (VB ₁)	0.02
高纯度琼脂粉 (Noble Agar)	4

初始花粉的萌发：选取转基因和其对应的非转基因对照花粉各 1 组，立即分别均匀地涂抹到 3 个固体花粉萌发培养皿上，置于铺有一层湿润滤纸的大培养皿中培养（光照培养箱，温度

25℃±2℃，湿度 70%~85%)，2 h 后置于显微镜下观察每个培养皿中花粉的萌发情况，萌发结果见图 4。

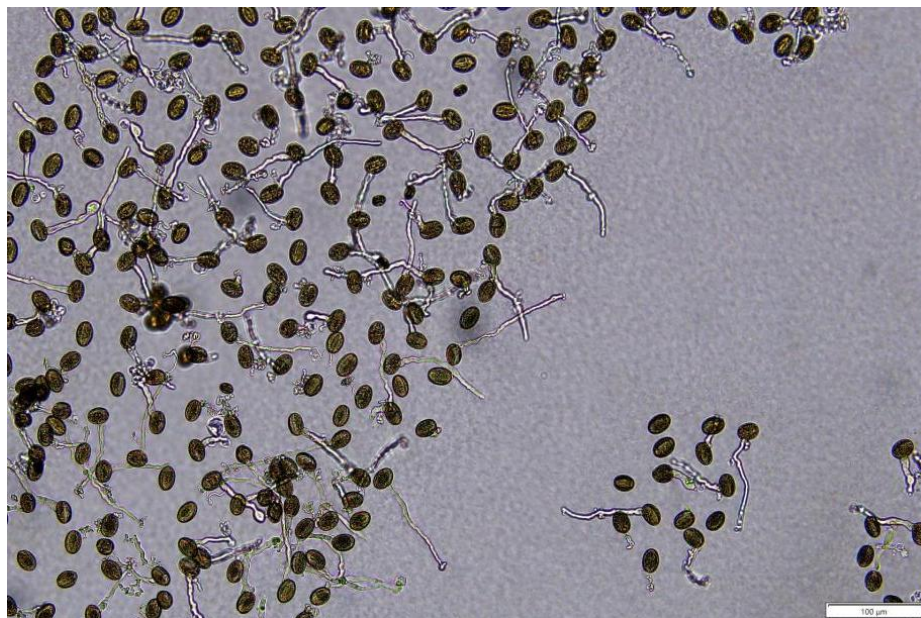


图 4 花粉管萌发

不同处理后的花粉萌发：参考文献^[8-9]及现行花粉活力标准，结合油菜田间种植实际情况，分别取转基因或其所对应的非转基因对照的剩余 9 组的花粉，于 25℃、30℃、35℃条件下均放置不同时间（1 h、3 h、6 h）后，按初始花粉萌发所述培养条件下进行花粉萌发试验，每组小花培养 3 皿，2 h 后用显微镜观察每个培养皿中花粉的萌发情况。具体结果详见图 5。

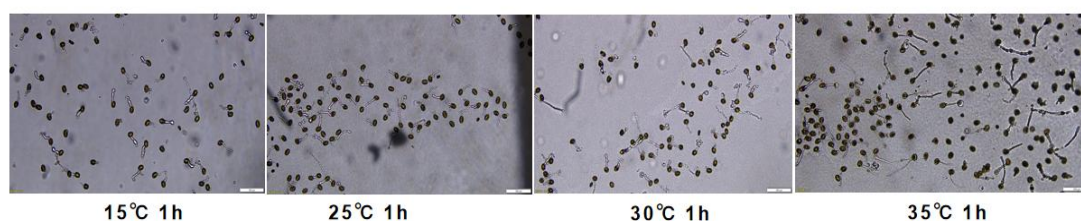


图 5 不同温度处理的花粉管萌发

花粉萌发率的统计：每个培养皿观察 3 个视野，统计每个视野中萌发花粉数和总花粉数，每视野统计的花粉总数应不少于 20 个，每处理观察的花粉总数不少于 180 个。若花粉管长度大于花粉粒直径，则视其为萌发的花粉。具体结果见表 4。

表 3 油菜花粉不同处理后花粉萌发率 (%)

表 4 不同处理的花粉萌发率

处理		甘蓝型油菜
初始花粉	0 小时	87.21±5.13
	1 小时	85.32±6.21
25℃	3 小时	76.43±3.15
	6 小时	51.24±4.68
	1 小时	72.61±2.85
	3 小时	53.28±4.01
30℃	6 小时	29.13±1.71
	1 小时	52.54±3.41
	3 小时	19.48±1.20
35℃	6 小时	0.00±0.00

结果分析与表述：非转基因对照组在初始花粉萌发试验中，花粉萌发率达到 50%以上表明检测体系正常；否则，重新进行试验。根据统计分析结果，评估转基因与其对应的非转基因对照花粉活力的差异。结果表述为：“转基因××与其非转基因对照花粉粒大小差异显著（或不显著）；在××时间和××温度处理条件下，花粉萌发率差异显著（或不显著）”。

4. 生物多样性的影响

转基因耐除草剂作物在生长过程中，由于其具备的除草剂耐受性，可能直接或间接地对其生长环境（如农田生态系统）的杂草、对农田的节肢动物多样性、病害等产生影响。本标准在参考国内外有关标准和文献的基础上，根据转基因生物安全

评价的“逐步评价”原则，参考《转基因植物安全评价指南（2022年修订）》的关于生物多样性影响的要求，参照 NY/T 721.3—2003《转基因油菜环境安全检测技术规范》和农业部 953 公告—7—2007《转基因植物及其产品环境安全检测 育性改变油菜》，结合多年调查经验，并向相关检测机构及相关领域专家征询了意见，确定了转基因耐除草剂油菜对生物多样性影响的主要评价参数，和原来标准相比，增加了转基因油菜喷施目标除草剂的处理，并增加了对杂草的多样性的检测，使得生物多样性调查更加科学、合理，具备更强的可操作性及更广的适用性。

检测指标为节肢动物多样性、对油菜病害、对油菜田间杂草的影响。

4.1 试验设计

设置 3 个处理：

处理 1：转基因耐除草剂油菜不喷施目标除草剂；

处理 2：对应的非转基因油菜不喷施目标除草剂；

处理 3：转基因耐除草剂油菜喷施目标除草剂。

随机区组设计，小区面积不小于 150 m²，每个处理 3 次重复。原则上整个生育期不喷施杀虫剂，但虫害如果比较严重，必要时可以适当喷施杀虫剂进行保苗，其他按当地常规农事措施管理。根据当地气候条件，采用当地播种方式，适时播种。

4.2 调查方法

4.2.1 对节肢动物生物多样性的影响

按照现行有效的国家标准，转基因作物对田间地上节肢动物多样性影响的调查研究方法主要有 3 种：直接观察法、吸虫器法、陷阱法。其中，节肢动物直接法为 7 天调查一次，陷阱法为 10 天调查一次，吸虫器法通常在作物关键生长期，比如玉米在苗期、心叶中期、心叶末期、花丝盛期和灌浆后期各调查 1 次。直接观察法由调查人员在田间现场通过肉眼观察作物植株及其地面各种节肢动物的数量、种类和发育阶段，其技术要点是需快速记录活泼易动的昆虫和蜘蛛的种类及数量；吸虫器法通过借助吸虫器的吸力，抽取作物全株及其地面 1 m² 范围内的所有节肢动物，带回室内分类鉴定；陷阱法通过在试验小区内埋设装有洗涤剂水的塑料杯，调查杯中收集到的节肢动物种类和数量。

3 种调查方法频次不一致，调查次数频繁且需要交叉调查，造成不必要的人力、经济、时间成本损耗。综合考虑各种因素，在保证科学的基础上，将上述三种调查方法的调查频次，均调整为在转基因作物的关键生长期进行调查。

油菜重要生育时期根据《农作物品种试验规范 油料作物》（NY/T 3924—2021），具体分为抽薹期、初花期、盛花期、终花期、成熟期及收获期 6 个时期，6 个时期的区分标准见下表 1。

3 种节肢动物调查方法中，直接观察法简便、快速、调查到的节肢动物最全面。其他两种方法局限性较大，如吸虫器法

会破坏吸到的节肢动物的完整性，而无法对其进行准确鉴别，陷阱法调查到的多为地面爬行节肢动物。调查时，对田间不易识别的种类进行编号，带回室内，进一步鉴定。

油菜节肢动物多样性调查具体操作方法如下：

直接观察调查法：在油菜苗期（5-7叶期）、抽薹期、初花期、盛花期、终花期、成熟期及收获期各调查1次，每小区采用对角线5点取样，每点随机调查5株油菜。记录整株油菜及其地面各种昆虫和蜘蛛的数量、种类和发育阶段。开始调查时，首先要快速观察活泼易动的昆虫和（或）蜘蛛的数量。

以下两种方法任选一种。

陷阱调查法：用于地表节肢动物多样性比较。在油菜苗期（5-7叶期）、抽薹期、初花期、盛花期、终花期、成熟期及收获期各调查1次，每小区采用对角线5点取样，每点埋设3个塑料杯（ $\Phi 15\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ ），杯中放有5%的洗涤剂水，不超过杯容积的1/3，间隔0.5 m。在埋杯的第2天，调查杯中的节肢动物种类和数量。

吸虫器调查法：在油菜苗期（5-7叶期）、抽薹期、初花期、盛花期、终花期、成熟期及收获期各调查1次，每小区采用对角线5点取样，每点用吸虫器抽取5株油菜(全株)及其地面1 m²范围内的所有节肢动物种类。

以上三种方法中，喷施目标除草剂的处理在苗期(5-7叶期)、抽薹期和盛花期各调查1次。

5.2.2 对油菜主要病害影响

在处理 1、处理 2 和处理 3 的小区，每小区对角线 5 点取样，每点连续调查相邻的两行 20 株油菜。在油菜苗期和成熟期调查菌核病、病毒病和霜霉病。

5.2.3 对油菜田杂草发生的影响

在处理 1、处理 2 和处理 3 的小区。结合以往调查结果，喷施目标除草剂后 4 周内，冬油菜喷施目标除草剂后，一直到抽薹期，目标除草剂控草效果仍比较明显，杂草种类及覆盖度均比较低（表 5），而油菜生长后期，杂草生长才逐渐恢复，因此，确定在油菜盛花期和成熟期各调查 1 次。采用对角线 5 点取样，每点取 0.25 m²（0.5 m×0.5 m），记录样点内主要杂草种类、杂草覆盖度。

表 5 对油菜田主要杂草发生的影响

调查日期	试验处理	杂草种类 (种)	杂草数量 (株/m ²)	覆盖度 (%)	防治效果 (%)
施药当天	转基因油菜喷施草甘膦	3.35±0.10b	23.60±1.70b	12.50±1.91a	/
	转基因油菜喷施草铵膦	3.25±2.12b	24.95±6.73b	12.75±1.26a	/
	转基因油菜	5.70±0.68a	36.95±2.85a	12.25±1.89a	/
	非转基因对照	5.80±0.59a	37.70±2.09a	13.50±2.89a	/
	常规种油菜中油杂 501	5.35±0.25ab	34.90±2.16a	10.25±1.71a	/
施药 2 周后	转基因油菜喷施草甘膦	0.20±0.16b	0.25±0.19b	1.00±0.82b	99.51
	转基因油菜喷施草铵膦	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	100.00
	转基因油菜	5.65±0.97a	51.15±10.96a	25.75±7.41a	/
	非转基因对照	5.75±1.49a	58.10±11.65a	32.00±8.45a	/
	常规种油菜中油杂 501	4.55±1.56a	50.05±11.26a	27.50±6.95a	/
施药 3 周后	转基因油菜喷施草甘膦	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	100.00
	转基因油菜喷施草铵膦	0.00±0.00b	0.00±0.00b	0.00±0.00b	100.00
	转基因油菜	5.50±1.40a	52.10±12.48a	31.25±9.78a	/
	非转基因对照	6.60±2.00a	56.25±12.34a	35.00±10.92a	/
	常规种油菜中油杂 501	6.25±2.59a	46.80±15.05a	30.00±9.20a	/
第二年抽薹期	转基因油菜喷施草甘膦	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	100.00
	转基因油菜喷施草铵膦	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00c	100.00
	转基因油菜	3.45±0.6ab	16.55±3.94a	10.50±4.73ab	/
	非转基因对照	4.40±1.21a	15.65±3.13a	12.00±3.37a	/
	常规种油菜中油杂 501	2.30±0.35b	9.30±1.32b	6.00±0.82b	/

注：表中数据为平均值±标准差；同一调查日期同一列英文小写字母不同表示不同处理间差异显著（ $p < 0.05$ ）。

5.3 结果分析

用方差分析方法比较转基因耐除草剂油菜与对应的非转基因油菜在田间节肢动物群落多样性、主要病害及主要杂草发生等方面的差异。

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、综述报告及技术经济论证

经专家论证，本标准所规定的技术方法科学合理、操作性强，能够满足转基因耐除草剂油菜环境安全评价的检测需求，具有良好的科学性和适用性，多家检测机构采用根据本标准制定的转基因耐除草剂油菜环评试验方案，对转基因耐除草剂油菜的除草剂耐受性、生存竞争能力、基因流散风险及对非靶标生物和生物多样性的影响等核心指标进行检测与评价。确保标准方法的重复性、再现性和适用性。

(二) 预期的经济效益、社会效益和生态效益

转基因油菜是实现我国油料作物的扩面增产、提质增效目标的重要手段，研究转基因油菜环境安全评价技术和标准，对于推进转基因耐除草剂油菜产业化应用具有重要意义。本项目通过修订转基因油菜环境安全评价检测标准《转基因油菜环境安全检测 耐除草剂油菜》（农业部 2259 号公告—17—2015、农业部 2259 号公告—18—2015）），规范耐除草剂油菜环境安全检测技术报告内容，补充和完善我国现行转基因植物环境

安全性评价指标，规范耐除草剂油菜的环境安全评价工作，保障转基因油菜的环境安全；有助于研发单位及检测机构提供统一、全面的安全评价技术资料，为专家评审提供清晰的评审依据，为政府部门实施转基因生物安全管理和有关机构开展耐除草剂油菜环境安全评价和研究提供科学依据和技术支撑，护航生物育种产业化健康发展，守住农田生态安全，进而产生巨大的经济效益、社会效益和生态效益。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准内容没有对应的相关国际标准。

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

查询国外网站及国内网站的国外板块，未发现耐除草剂油菜环境安全评价标准的相关国际内容。查询的网站有：欧盟委员会、美国农业部、美国环保局、澳新食品标准局、日本食品安全局、巴西农业部、中华人民共和国农产品质量安全监管司和国家市场监督管理总局标准技术管理司。

六、与现行标准、法律法规和强制性标准的关系

为指导转基因油菜的环境安全检测工作，我国最早在 2003 年发布了农业行业标准《转基因油菜环境安全检测技术规范》（NY/T 721.1—2003、NY/T 721.2—2003、NY/T 721.3—2003），在该标准基础上，2007 年发布了油菜国家标准《转基因油菜环

境安全检测 育性改变油菜》（农业部 953 号公告—7—2007），2015 年针对耐除草剂油菜发布了《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜》（农业部 2259 号公告—17—2015、农业部 2259 号公告—18—2015）。上述标准在前期的转基因油菜环境安全评价工作中发挥了重要的指导作用。但随着检测技术的发展，转基因作物环境安全评价检测以“目标性状+物种”为制标单元，以满足不同性状、不同种类转基因作物的评价检测需求。

本次在参考 2003 年发布的转基因油菜技术规范和 2007 年转基因育性改变油菜标准的基础上，对 2015 年发布的耐除草剂转基因油菜环评标准进行了修订，主要侧重于针对耐除草剂性状特异性指标的细化与完善，同时增加耐除草剂油菜生物多样性检测指标和花粉活力检测指标。经技术比对，修订后的指标体系与上述两个标准不存在矛盾或冲突。

本标准作为推荐性标准，与现行相关法律、法规和强制性标准没有冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中未出现重大意见分歧。

八、涉及专利的说明

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准发布的意见及实施建议

建议本标准作为推荐性标准发布，尽快发布并实施本标准。发布后，将切实做好宣贯工作，重点是在油菜主产区，面向生产经营主体、基层技术推广、检验检测人员、监管执法人员开展标准宣贯培训，助力油菜生物育种产业化。

十、其他应说明的事项

无。

十一、参考文献

[1] 中美转基因作物产业化最新进展[J]. 中国种业,2022,(09):1-6.DOI:10.19462/j.cnki.1671-895x.2022.09.022.

[2] 基于专利分析的转基因农作物技术布局态势研究[J]. 情报杂志,2014,33(09):51-55+92.

[3] 全球转基因油菜专利信息分析与技术展望[J]. 中国农业科技导报,2023,25(11):8-19.DOI:10.13304/j.nykjdb.2023.0508.

[4] 中国转基因油菜的环境安全性分析[J]. 农业生物技术学报,2005,(03):267-275.

[5] 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）

[6] Gene Flow and Hybridization Potential Between GM/NGT Crops and Conventional Varieties or Wild Relatives: A Scoping Literature Review with Emphasis on Oilseed Rape

(*Brassica napus* L.) and Potato (*Solanum tuberosum* L.). *BioTech* (Basel). 2026 Apr 8;15(2):30. doi: 10.3390/biotech15020030. PMID: 42029582; PMCID: PMC13108222.

[7] High temperature stress of *Brassica napus* during flowering reduces micro- and megagametophyte fertility, induces fruit abortion, and disrupts seed production. *J Exp Bot.* 2004 Feb;55(396):485-95. doi: 10.1093/jxb/erh038. PMID: 14739270.

[8] 白菜型油菜花粉离体萌发液体培养基组分的优化[J]. *分子植物育种*, 2017,15(7):2742-2748. DOI:10.13271/j.mpb.015.002742.

[9] Temperature as a determinant factor for increased and reproducible in vitro pollen germination in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 2007 Nov;52(3):570-82. doi: 10.1111/j.1365-3113X.2007.03248.x. Epub 2007 Aug 30. PMID: 17764500.

[10] Effect of high temperature on pollen grain germination, pollen tube growth, and seed yield of Chinese cabbage.[J].*Hortscience*, 1981.

[11] 《转基因油菜环境安全检测技术规范 第1部分：生存竞争能力检测》（NY/T 721.1—2003）

[12] 《转基因油菜环境安全检测技术规范 第2部分：外源基因流散的生态风险检测》（NY/T 721.2—2003）

[13] 《转基因油菜环境安全检测技术规范 第3部分：对生物多样性影响的检测》（NY/T 721.3—2003）

[14] 《转基因油菜环境安全检测 育性改变油菜》（农业部953号公告—7—2007）

[15] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜 第1部分：除草剂耐受性》（农业部2259号公告—17—2015）

[16] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂油菜 第2部分：生存竞争能力》（农业部2259号公告—18—2015）

[17] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂大豆 第2部分：生存竞争能力》（农业部2031号公告—2—2013）

[18] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂大豆 第3部分：外源基因漂移》（农业部2031号公告—3—2013）

[19] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂大豆 第4部分：生物多样性影响》（农业部2031号公告—4—2013）

[20] 《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂玉米 第1部分：除草剂耐受性》（农业部953号公告—11.1—2007）

[21] 《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂玉米 第2部分：生存竞争能力》（农业部953号公告—11.2—2007）

[22] 《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂玉米 第3部分：外源基因漂移》（农业部953号公告—11.3—2007）

[23] 《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂玉米 第4部分：生物多样性影响》（农业部953号公告—11.4—2007）

[24] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂棉花 第1部分：除草剂耐受性》（农业农村部公告第423号—14—2021）

[25] 《转基因植物及其产品环境安全检测 耐除草剂棉花 第2部分：生存竞争能力》（农业农村部公告第423号—15—2021）

[26] 《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂水稻 第1部分：除草剂耐受性》（农业部2259号公告—15—2015）

[27] 《转基因植物及其产品环境安全检测 抗除草剂水稻 第2部分：生存竞争能力》（农业部2259号公告—16—2015）

[28] 《转基因植物及其产品环境安全检测 花粉活力的测定》（农业农村部第423号公告—11—2021）

[29] 《农作物品种试验规范 油料作物》（NY/T 3924—2021）

十二、本文相关附件

无