

# 甘蓝油菜种子萌发期抗逆性能综合评价

杨利 艾赛提·阿合旦 菲尔东·玉素甫江 郭叶红 牛梦柯\*

可克达拉职业技术学院

DOI:10.12238/as.v8i9.3261

**[摘要]** 油菜是我国第一大油料作物,每年种植面积可达1亿亩。甘蓝油菜具有适用性广、抗病性好和优质高产的特征,因此被广泛种植在北方寒旱区域。但甘蓝油菜在萌发期容易受到低温、盐分和干旱等非生物因素的胁迫影响,导致最终的出苗率较低且幼苗质量较差,影响最终的甘蓝油菜产量和品质。基于此,本研究从传统评价体系困境入手,构建新的评价体系,并探索这一评价体系的应用价值,以期为甘蓝油菜种子萌发期抗逆性能的强化提供参考。

**[关键词]** 甘蓝油菜; 种子; 萌发期; 抗逆性能; 综合评价

中图分类号: S330.3 文献标识码: A

## Comprehensive Evaluation of Stress Tolerance in Cabbage Rapeseed During Seed Germination

Li Yang Aisaiti Ahedan Ferdon Yusupjiang Yehong Guo Mengke Niu\*

Kekedala Vocational and Technical College

**[Abstract]** Rapeseed is China's primary oilseed crop, with annual cultivation reaching 100 million mu. Brussels sprout rapeseed, characterised by broad adaptability, strong disease resistance, and high-quality yields, is extensively cultivated in northern arid-cold regions. However, during germination, it remains susceptible to abiotic stresses such as low temperatures, salinity, and drought, resulting in low emergence rates and poor seedling quality that ultimately impact yield and product characteristics. Consequently, this study addresses the limitations of traditional evaluation systems by establishing a novel assessment framework. It explores the practical application value of this system, aiming to provide guidance for enhancing the stress tolerance of Brassica napus seeds during germination.

**[Key words]** Brassica Napus; Seeds; Germination Stage; Stress Tolerance; Comprehensive Evaluation

一些研究发现低温会严重影响甘蓝油菜种子的发芽和成苗,低温环境下,甘蓝油菜种子发芽会推迟2~8天,成苗推迟4~7天,发芽率会降低5%~97.3%,出苗率会降低7%~95.3%,不同品种的发芽期低温类型也存在显著的差异。油菜在适量盐的胁迫下具有一定的耐受性,可以提高产量和土壤有机质,减少土壤中的酸碱度与盐分。但有关甘蓝油菜种子萌发期抗逆性能的研究相对较少,多数学者主要关注单一胁迫,没有探索多因素的叠加效应,评价指标仍然将发芽率作为主要内容,因此需要探索出一种综合评价方法。

### 1 传统评价体系中的困境

#### 1.1 实验室研究和现实脱节

自然界是一个参数不可控的实验室,真实农田生态系统中的逆境胁迫并不会以单一的形式存在,而是一种多种因素交织和叠加的复合体。例如,北方春季播种时往往伴随着低温和春旱,这也是一种明显的低温与干旱胁迫;滨海或者次生盐渍化区域

伴有盐胁迫和干旱、涝渍等情况。多种特性融合的胁迫并不是单一胁迫效应的线性叠加,而是会出现协同增加或者拮抗减弱交互效应。传统的抗逆性试验仅是对单一胁迫因素进行了研究,研究人员使用培养皿或者气候箱选择精确浓度的PEG溶液对干旱进行模拟,使用NaCl溶液模拟盐胁迫,或者设定温度较低的环境<sup>[1]</sup>。这种研究能够为特定胁迫的作用机制提供参考,但这一结论在田间生产实践中的应用效果却大打折扣。这种传统评价体系的缺陷会严重影响甘蓝油菜抗逆性能的研究进程。

#### 1.2 评价指标过于片面

传统的评价指标体系过于简化,部分研究人员仅依赖发芽率这一特征进行研究。这一指标通常被视作种子活力评价的金标准,从结果论角度进行研究却缺少了研究的动态过程和内涵。例如,两个品种的发芽率均为90%,但前者从第5天萌发,第7天达到终值;后者从第2天萌发,第4天结束。这一结果在传统评价体系中被视作同等水平,但第二个品种却在农业生产中表现出了

巨大的优势,可以快速抢占生产空间和资源,形成较为完整的幼苗整体,抑制杂草的生长。第一个品种的缓慢发育过程反映了它的难以管理和竞争加剧问题。所以仅以发芽率作为研究标准,忽视发芽速度、整齐度等多个指标,将很难取得更为完整的研究结论<sup>[2]</sup>。这种指标局限也很难帮助人们选择抗逆性能更好的品种。

### 1.3 评价标准缺少地域性

中国地域广阔,每个地方的气候及生态环境差异显著,这种地域差异会直接决定作为抗逆性能的选择需求。如果将长江流域的耐湿热作物品种引种到干旱少雨的北方地区,会因低温和干旱而出现生长差异。但现阶段的抗逆性能评价标准更加追求普适性,这种普适性标准具有宏观指导作用,但却不适用于地域特色鲜明的地区<sup>[3]</sup>。所以评价指标中的每一个指标权重也应结合具体的胁迫类型进行调整。但由于抗逆性能标准缺乏地域特征,在育种目标选择中容易出现模糊,导致作物推广品种缺少科学依据,严重影响甘蓝油菜地生长质量。

## 2 甘蓝油菜种子萌发期抗逆性能综合评价体系构建

### 2.1 构建胁迫—表型—区域相协调的综合评价体系

面向传统评价体系的局限进行分析,深入探究问题本质,构建全面且动态的综合评价体系。这种评价体系中应融合胁迫梯度、表型响应与区域适配,这三项内容并不是简单拼接,而是要形成互相关联的整体。在胁迫梯度中,传统评价指标将其作为二元状态,通过有无胁迫的方式进行对照试验。但自然界中的胁迫梯度具有连续变化特征,植物的响应也是非线性的连续曲线。一种甘蓝油菜品种可能在轻度干旱环境下具有优异的表现,但在中度干旱条件下便会出现品种性能下降的现象。所以仅在单一胁迫强度下进行评价难以获得甘蓝油菜完整的抗逆性能。胁迫梯度的核心是通过多种连续变化的胁迫强度对种子进行处理,例如,干旱模拟过程中不再是单一使用一个浓度的PEG溶液,而是将这个浓度设置为多个梯度。这种设置方法可以帮助研究人员确定每一个甘蓝油菜品种的耐受阈值,也就是甘蓝油菜在多大强度的胁迫下维持正常萌发和生长。研究人员通过绘制甘蓝油菜在多种胁迫强度下的性能响应曲线可以比较不同品种之间的差异,从中发现部分品种的稳定性较好,能够使用多种胁迫强度;也有部分品种较为敏感,在高低胁迫下呈现不同的表现。这种连续响应模型的绘制能够为研究人员了解甘蓝油菜品种抗逆性能提供支持<sup>[4]</sup>。在表型响应中,如果将整个评价体系比作一个系统,那么胁迫梯度可以作为整个评价体系的输入端,表型响应则是评价体系创新的输出端。这一指标要求研究人员打破单一发芽率的研究限制,从多元化角度确定评价指标。表型主要是指基因型和环境相互作用所展现出的可观测性状,甘蓝油菜种子萌发情境中的表型主要包括种子吸水膨胀到幼苗破土而出的每个过程。这种理念包括了甘蓝油菜种子萌发的过程、幼苗的基本形态、早期的物质积累。这三个内容共同形成了完整的甘蓝油菜种子生长图谱。研究人员通过对这些数据进行动态捕捉,从中获取表型数据,不但可以有效解决种子存活问题,还能确定

种子的质量及未来生长态势,使整个评价体系更加完善。在区域适配中,这一指标是整个评价体系的体现,明确指出了所有评价活动的开展都应和具体的场景相匹配,从而为甘蓝油菜种子萌发剂抗逆性能及相关问题的有效解决提供支持。将北方严寒和干旱地区作为研究对象,区域适配与胁迫梯度相对应时,需要研究人员模拟该地区的春季气温和干旱胁迫场景。表型响应需要结合耐旱和耐寒等指标进行分析,从中确定种子的发芽指数和胚根的生长能力。结合最终的评价结果从中选择具有较高抗逆性能的甘蓝油菜种子,这种种子不是广泛的抗逆品种,而是标注了明确地点甘蓝油菜种子。这种种子更加符合当地环境和种植需求,从而实现综合评价体系服务农业发展的目标。这种评价体系可以将传统静态的评价体系转变为动态且目标明确的筛选过程,为甘蓝油菜种子的适应性选择提供支持。

### 2.2 设定科学的评价指标体系

在创新型的综合评价体系指导下,需要构建一个目标明确的评价指标体系。这一指标体系可以分为三个层级,将一级指标定义为萌发特性指标,根据种子萌发特征进行综合评价。发芽势主要是指在一段时间内的发芽率,这种指标并不是独立的性状,而是结合甘蓝油菜种子的整体活力的综合评估。较高的发芽势代表甘蓝油菜种子的萌发速度较快且比较整齐,可以获得较好的生态资源,形成良好的生长态势。在逆境环境中,这一指标会下降,且比发芽率更加敏感,可以充分反映胁迫的影响。发芽率是最为典型的指标,主要是指在整个试验结束之后的甘蓝油菜种子发芽占比,可以充分反映特定胁迫条件下甘蓝油菜种子群体的成功萌发能力,更是评估甘蓝油菜种子存活能力的标准。虽然这一指标具有局限性,但也是不可或缺的。发芽指数是动态的指标,可以补足发芽率只看结果的劣势,将甘蓝油菜种子的发芽速度和数量信息融合在一起<sup>[5]</sup>。高发芽指数的甘蓝油菜种子不但代表其具有较高的发芽率,也能体现出这一种子在发芽过程中的迅速性和集中性,帮相关人员快速筛选出符合当地需求的甘蓝油菜种子。二级指标是甘蓝油菜幼苗生存的基础,种子萌发是甘蓝油菜成长的第一步,萌发后的幼苗是否可以正常生长,与其形态结构密切相关。这一层级中的指标可以有效衡量甘蓝油菜幼苗早期形态。胚根是甘蓝油菜幼苗的第一个根,可以从土壤中吸收水分和无机盐,受干旱胁迫的影响,具备快速生长和深入土层的强大根系能够直接影响幼苗的生死。所以胚根长度可以充分反映幼苗的吸水能力和向水生长能力。盐胁迫会抑制胚根的生长,这一指标也是衡量甘蓝油菜种子耐盐性能的关键指标。下胚轴是胚根和子叶连接的茎,这一组织主要承担根系吸水和养分输送作用,也可以将子叶中的光合产物运输到根系当中,为子叶的生长提供机械支撑,帮助子叶突破土壤限制。直径较大的下胚轴代表这种甘蓝油菜具有良好的物质运输和机械支撑能力,更是幼苗形态结构稳定和强健的直观展现。当甘蓝油菜被种植在低温环境或土壤板结环境中时,较大直径的下胚轴具有更大的顶土能力,能够让幼苗顺利地破土而出。当甘蓝油菜拥有良好的萌发特性和形态基础之后,分析甘蓝油菜幼苗在逆境中的生

长效率可以获得幼苗的最终表现。生物量的积累便是三级指标的核心,也就是幼苗通过新陈代谢将无机物转化为自身有机物的一个重要过程,更是衡量甘蓝油菜生长效率的综合指标。鲜重是甘蓝油菜幼苗在特定时间节点中的大小,其中包括水分与干物质;干重是在特定温度烘干到恒温之后所测得的试验数据,这一指标可以排除水分的影响,准确反映幼苗在逆境环境中的实际有机物积累总量。干重也是评定植物生长状态与光合效率的重要标准,更是甘蓝油菜代谢活动成果的直接展现。干鲜比中含有多种生理信息,是衡量甘蓝油菜幼苗组织含水率的关键指标。这一指标较高时代表甘蓝油菜组织更加充实且物质密度高,在干旱与盐胁迫环境中,甘蓝油菜可以减少自身组织含水率提高细胞液浓度,用来适用低水环境的影响,展现其良好的抗逆特性。因此可以根据干鲜比分析结果为甘蓝油菜抗逆品种的选择提供线索。通过三级指标的互相补足准确评估甘蓝油菜种子的抗逆性能。

### 3 综合评价体系应用价值

#### 3.1 优化育种选择

综合评价体系的构建与指标的确定和实施能够为甘蓝油菜种子萌发期抗逆性能的准确评估提供支持。甘蓝油菜种子的选择本质是筛选优异的基因并完成重组,但在以往的抗逆性能育种方面主要依靠一种专家的田间观察和经验进行判断,这种方式周期较长,且效率低下,所获得的结论具有偶然性。通过搭建综合评价体系和科学的评价指标,使用多种资源评价甘蓝油菜种子萌发期的抗逆性能,帮助研究人员快速锁定较为优异的试验数据和甘蓝油菜品种,缩短种子繁育周期,加快新品种的选择进程,从大量种子中选择优质且适配的甘蓝油菜种子。

#### 3.2 指导区域种植

抗逆性能综合评价的目的在于为农业生产提供服务,从中获得较大的经济和生态效益。但甘蓝油菜种子和环境的适配度会直接影响最终的生产质量。本研究中的区域适配理念能够将最终的评价结果转换为甘蓝油菜的种植决策,这种评价体系通过试验对多种胁迫进行验证,获得更为准确的试验数据,让甘蓝油菜种子与区域气候条件更加适配,有效减少甘蓝油菜种植和生产风险。相关研究人员也可以结合综合评价结果选择具有良好耐盐特性的甘蓝油菜种子进行种植,增强土地经济效益,改善土地盐碱结构。评价结果也可以与气象数据的多种信息进行结合,为多个地区的甘蓝油菜种子选择提供支持,促进精准农业的

实施。

#### 3.3 深化研究基础

综合评价体系中融合了多个指标和先进的技术,能够为相关研究的有序进行提供参考依据。研究人员在研究过程中选取具有明显差异的材料进行试验分析,探索基因组学和转录组学等多种组学的联合效能,探索不同甘蓝油菜种子的抗逆性能,研究种子在不同学科条件下的基因表达以及代谢物变化,精准定位具有良好抗逆性能的关键基因和功能代谢物。这些研究的进行能够有效揭示甘蓝油菜种子萌发期的抗逆性能和相关的作用机制,为后续研究的进程及定向研究提供理论支持。

### 4 结束语

甘蓝油菜的稳定生长需要建立在种子萌发期的良好抗逆性能下,系统分析传统评价体系中面临的困境,为综合评价体系的优化和构建提供支持。根据甘蓝油菜种子在萌发期所面临的干旱、盐碱和低温等多种胁迫进行探索,搭建更为完善的综合评价体系和指标体系,指导抗逆性能评价工作的顺利实施。这种评价体系的建立能够为精准育种和区域化种植提供支持,奠定抗逆性能研究的基础,为甘蓝油菜种植产业的可持续发展提供坚实保障。这也充分证实了综合评价体系建设在甘蓝油菜种子萌发期及抗逆性能评价过程中的应用价值,能够为农业生产与经济发展提供持续的支持。

#### [基金资助]

可克达拉职业技术学院2025年度校级课题(KZJ-2025-01)。

#### [参考文献]

- [1]陈妙妙,任军荣,姜丽霞,等.甘蓝型油菜品种种子萌发期耐盐性综合评价[J].种子,2024,43(12):11-18,26.
- [2]MARIABAT00L.PEG-6000胁迫下不同甘蓝型油菜种子萌发期的生理响应研究[D].湖北:华中农业大学,2021.
- [3]焦茹玉,朱羿霖,谢其均,等.186份甘蓝型油菜种子萌发期耐盐性鉴定[J].植物遗传资源学报,2024,25(12):2081-2093.
- [4]王瑞莉,王刘艳,叶桑,等.铅毒胁迫下甘蓝型油菜种子萌发期相关性状的QTL定位[J].作物学报,2020,46(6):832-843.
- [5]曹禹,史睿.甘蓝型油菜萌发期耐盐性QTL定位及耐盐种质资源筛选[J].中国油料作物学报,2023,45(6):1185-1196.

#### 作者简介:

杨利(1995-),男,汉族,陕西宝鸡人,硕士研究生,助教。研究方向:土壤改良与培肥。