



国际竞赛 科研科创 发表论文
关注“有方背景提升”

队员姓名：朱薪宇

学校：上海市实验学校

省份：上海市

国家/地区：中国

指导教师姓名：卢宝荣

论文题目：杂草稻越冬秘密：钻进土壤
的种子诱发了休眠性



目录

题目：杂草稻越冬秘密：钻进土壤的种子诱发了休眠性.....	3
作者：朱薪宇.....	3
学校：上海市实验学校.....	3
摘 要	3
一、研究背景.....	4
二、方法与假设概述.....	5
三、数据记录与分析.....	7
3.1 时间长度埋土处理诱导产生的二次休眠杂草稻种子比例.....	7
3.2 不同时间长度埋土处理诱导二次休眠杂草稻种子的确认.....	9
3.3 埋土与不埋土处理杂草稻种子的三种激素含量比较.....	10
3.4 种子埋土与不埋土处理对幼苗生长的影响.....	11
四、结论和建议.....	13
4.1结论.....	12
4.2建议.....	13
参考文献.....	15



杂草稻越冬秘密：钻进土壤的种子诱发了休眠性

朱薪宇

上海市实验学校

摘 要

杂草稻是水稻田中的一种恶性杂草，广泛分布于全世界水稻种植区，发生严重时会导致水稻大规模减产，极大影响了水稻的生产和粮食安全。杂草稻很难防治，因为它的种子成熟后很容易脱落，而且能钻入土壤中越冬，待春天发芽后再次危害下一季水稻。通常野生植物种子都有休眠性，以此避免种子在恶劣环境中无意萌发，保护幼苗生长不受到威胁。但是前人的研究表明杂草稻种子没有休眠性，那种子如何在土壤中越冬？探索杂草稻种子是否真正具有休眠性，对揭示杂草稻种子越冬之谜非常重要。为了研究杂草稻种子是否具有休眠性，本项目于2017~2018年，对来自江苏省和广东省4个杂草稻群体进行了不同时间长度（0天对照、25天、50天、75天、100天）的种子埋土、种子萌发和种子生活力检测的实验。同时还检测了两个群体埋土50天和75天及其对照种子中的内源激素含量。实验结果表明：1. 杂草稻种子没有初次休眠性，但是经过不同时间的埋土处理之后诱导产生了二次休眠，不同杂草稻群体种子的二次休眠程度有较大的变异；2. 杂草稻种子二次休眠的程度随着种子埋土时间的增长而加深，埋土处理75天的种子休眠程度达到最高；3. 与对照相比，埋土50天和75天杂草稻种子的内源激素（如赤霉素、脱落酸、生长素等）有显著性差异；4. 经过埋土的杂草稻种子萌发而生长的幼苗与未经理土处理的对照幼苗相比，株高没有显著差异，表明埋土不会影响幼苗的正常生长。杂草稻是由栽培水稻退化而产生，照理应该没有休眠性。本实验首次发现并确认了杂草稻种子落入土壤之后，能够逐渐产生二次休眠，可能是由于埋土过程激发了种子内源激素的变化，从而诱导产生了二次休眠，这一过程和机制均有待进一步研究。二次休眠对于杂草稻群体的繁衍具有重要意义，二次休眠的产生确保了杂草稻种子的安全越冬，这是杂草稻适应环境而产生了进化所致。上述研究结果有助于从进化的角度来理解植物种子的二次休眠及其意义，同时在生产上还有助于设计防除杂草稻的有效措施。

关键词：种子萌发，杂草稻，二次休眠，内源激素，杂草防治



一、研究背景

水稻是世界重要粮食作物，为全球一半人口提供粮食，因此水稻生产对全球粮食安全意义尤为重大，尤其是对中国人来说，稻米更是最重要的主食之一。在周末去乡村踏青时，我发现水稻田里有一种杂草，长得很像水稻，后来查资料才知道它叫杂草稻，由水稻返祖退化产生，与水稻属于同一物种^[1]。杂草稻是一种世界恶性杂草，发生严重时，可以造成水稻 5%~75%的减产，甚至绝收，严重威胁水稻生产^[2]。杂草稻也很难防治，原因是它的种子成熟后很容易脱落，而且能够钻入土壤中越冬，待春天发芽后再次危害下一季水稻。

我从生物课以及相关阅读中了解到，许多野生植物的种子都有休眠性，是指成熟的种子离开母体后即使给予适宜条件也不能立即萌发的现象。休眠性可以避免种子脱落后随意萌发，最终导致幼苗受不利环境影响而死亡。例如在中国东北水稻种植区，冬天的温度可低至零下 20°C，如果种子萌发，幼苗就会被冻死^[3]。许多农田杂草种子都具有明显的休眠性，这样就可以躲过自然和人类的干扰而在农田环境中繁衍生长。有研究表明，来自我国东北、江苏、浙江等地的杂草稻，都没有种子休眠性，这些没有休眠性的杂草稻种子在成熟脱落后，靠感受土壤环境的温度变化来决定是否萌发^[4]。听起来很有道理，因为杂草稻是从没有种子休眠性的栽培稻退化而来，应该也没有种子休眠性。

过去几年出现的暖冬让我产生了疑问，杂草稻的种子完全没有休眠性吗？如果暖冬经常发生，杂草稻会不会感到环境温度升高，误以为春天到来，提前萌发而导致幼苗冻死？前期研究杂草稻种子耐土壤腐蚀能力时，我无意中发现杂草稻种子在埋土处理 20 天后发芽率明显降低。由此我怀疑，未萌发的杂草稻种子是被土壤腐蚀死亡？还是产生了一定的休眠性？进一步查阅资料，我了解到在油菜种子中有一种埋土诱导产生的休眠性，叫二次休眠^[5]。埋在土里的杂草稻种子是否也产生了二次休眠？我进一步开展了杂草稻种子的埋土实验，并检测种子埋土之后的萌发率和活力，希望达到以下目标：1. 通过与不埋土对照相比较，确定不同时长埋土处理是否对杂草稻种子萌发率产生影响；2. 确定萌发 6 天后未能出芽的种子是否已经死亡，以此判断是否产生了二次休眠；3. 通过鉴定萌发种子和死亡种子来统计产生二次休眠种子的比例；4. 检测埋土种子与不埋土对照内源激素的含量，分析埋土是否诱导种子内激素的变化进而产生二次休眠。上述研究结果能帮助我们了解植物种子产生二次休眠的原因，并利用二次休眠设计有效防除杂草稻的措施。



二、方法与假设概述

为了使结果有一定的代表性，本研究一共选用了 4 个杂草稻群体的种子来验证杂草稻在不同时间长度埋土处理后是否会产生休眠性，这些群体分别为：江苏-1（江苏省泰州市）、江苏-2（江苏省连云港市）、江苏-3（江苏省新沂市）、广东-1（广东省雷州市）群体。为了确保研究的可靠性，实验一共进行了两次，即 2017 年 11 月~2018 年 3 月（仅包含江苏-2 和江苏-3）和 2018 年 11 月~2019 年 3 月的实验。

2017 年的实验包含了江苏-2 和江苏-3 两个群体的杂草稻种子，设置的种子埋土处理间长度分别为：0 天（不埋土对照）、25 天、50 天、75 天和 100 天；每个群体 3 次重复，每个重复包含 40 粒饱满种子，放置于尼龙网袋中并埋藏于约 5cm 深度的土壤中（图 1）。2018 年的确认实验包含了江苏-1、江苏-2、江苏-3 和广东-1 四个群体的杂草稻种子，埋土处理时间分别为：0 天、25 天、50 天、75 天和 100 天；每个群体4次重复，埋土设计同上。



图 1. 种子埋土实验示意图

注：不同处理的杂草稻种子放入尼龙网袋并埋入土壤中，达到处理需要的时间后取出并进行下一步实验。



种子萌发率的检测在各个埋土处理结束后进行，还利用胚染色法检测种子的活力。萌发处理 6 天后未能出芽但仍有活力的杂草稻种子，视为产生了二次休眠，反之无活力则视为死亡种子，以此计算二次休眠种子的比例。对照种子及其不同时长埋土处理后取出的种子（清洗除去泥沙等杂物）均放置于铺有湿润滤纸的培养皿中（图 2），于 28°C 的恒温培养箱在黑暗中进行种子萌发。在 2017 年实验中，萌发 6 天内就能出芽的种子，视为不具有休眠性，萌发 6 天后到萌发 28 天才能出芽的种子视为产生了二次休眠，萌发 28 天以后仍未出芽的种子视为死亡。

在 2018 年实验中，不具休眠性种子的检测同上，萌发 6 天以后仍未萌发的种子，全部以 2,3,5-氯化三苯基四氮唑（TTC）染色法^[6]进行种子活力检测，胚未能染色的种子视为死亡，胚能够被染色的种子仍具活力，视为产生了二次休眠（图 3）。对埋土与不埋土对照种子生长的幼苗，在种子出芽后第 10 天进行植株高度测量，以此判断二次休眠对植株生长的影响。



图 2. 种子萌发示意图

注：完成埋土实验的杂草稻种子，经清洗之后放置于铺有湿润滤纸的培养皿中进行萌发。



图 3. TTC 染色法种子活力检测

注：上图为胚未能染色的死亡种子，下图为胚能被染色的存活种子。

植物激素含量的检测主要集中于和种子休眠和萌发密切相关的赤霉素、脱落酸、生长素等，仅在江苏-2 和江苏-3 群体中进行，利用高效液相色谱串联质谱联用技术，对埋土 50 天和 75 天的杂草稻种子以及两种对照（见下文）种子同时进行植物激素含量的检测。每个群体包括 4 种处理：未吸胀和未埋土的对照种子、在 7℃低温潮湿环境中吸胀 7 天的对照种子、埋土处理 50 天和埋土处理 75 天的种子；每个群体的处理包括 3 次重复，每个重复包括 30 粒饱满种子。

对不同实验中获得的数据均以平均数进行比较，利用 t -测验进行显著性统计检验，在 EXCEL 软件进行。

三、 数据记录与分析

3.1 时间长度埋土处理诱导产生的二次休眠杂草稻种子比例

2017 年的实验表明，不同时长埋土处理种子在萌发第 6 天的萌发率分别为：江苏-2 群体，99.2%（0 天）、29.4%（25 天）、23.9%（50 天）、13.8%（75 天）和 21.8%（100 天）；江苏-3 群体，99.2%（0 天）、60.5%（25 天）、17.9%（50 天）、7.6%（75 天）和 68.1%（100 天）。在萌发 28 天的萌发率大大提高，分别提高为：江苏-2 群体，100.0%（0 天）、100.0%（25 天）、96.7%（50 天）、96.4%（75 天）和 96.6%（100 天）；江苏-3 群体，100%（0 天）、100%（25 天）、74.6%（50 天）、86.6%（75 天）和 83.4%（100 天）。第 6 天能够萌发的杂草稻种子不具有任何休眠



性，萌发 28 天后仍然没有出芽种子应该已经死亡，而在 7~28 天之间能够萌发的杂草稻种子，产生了一定的休眠性，即诱导出了二次休眠（图 4）。进一步分析表明，随着埋土时间的增长（25 天~100 天）二次休眠种子的比例有所增加，在 75 天达到最高值（图 5）。另外，不同来源杂草稻种子的二次诱导休眠比例有一定差异。



图 4. 种子萌发检测示意图

注：上图为萌发的种子（可见小芽），下图为没有萌发的种子（未见小芽）。

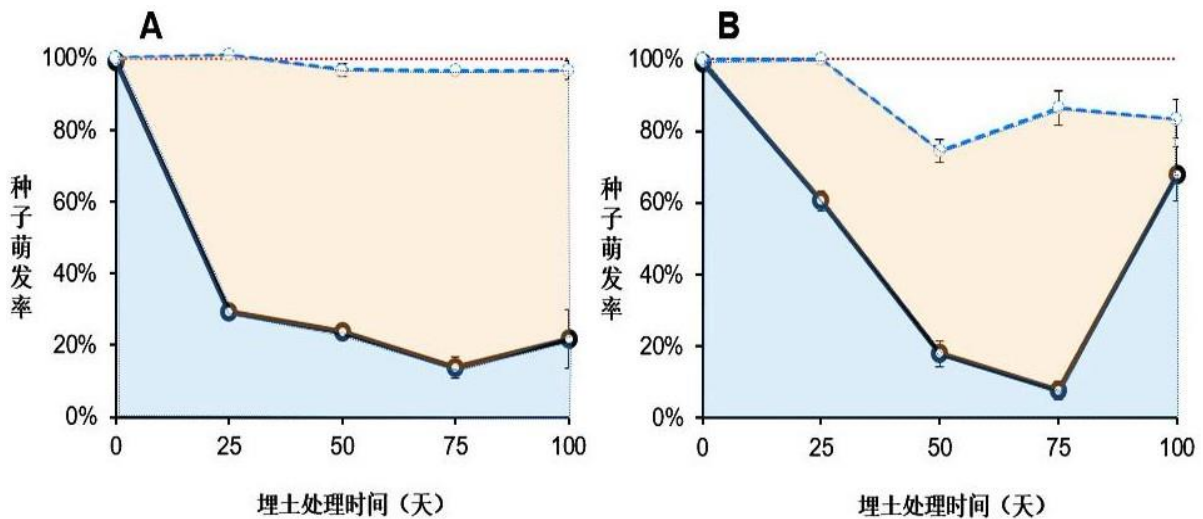


图 5. 江苏两个杂草稻群体（A.江苏-2； B.江苏-3）的埋土实验

注：埋土时间长度为：0 天（对照）、25 天、50 天、75 天和 100 天，处理中萌发（浅蓝色）、二次休眠（浅橙色）和死亡（白色）杂草稻种子的百分比。误差线为标准误。



3.2 不同时间长度埋土处理诱导二次休眠杂草稻种子的确认

2018 年对来自江苏省和广东省的 4 个杂草稻群体种子进行了埋土、萌发和活力检测实验，结果表明所有 0 天对照种子的萌发率为 100%，而埋土处理 25 天、50 天、70 天和 100 天的种子，在萌发实验第 6 天，种子萌发率在 7.3%~59.0% 之间，而且在不同的群体之间有很大的变异（见表 1 左栏）。对第 6 天萌发处理未出芽的所有种子进行 2,3,5-氯化三苯基四氮唑（TTC）染色检测，以确定种子的活力。结果表明，4 个群体的埋土处理种子的死亡率在 1.8%~52.3% 之间，在不同的群体之间也有很大的变异（见表 1 中栏和图 6）。

除去第 6 天能够萌发以及活力检测表明已经死亡的种子，余下的种子未萌发但仍有活力，被视为产生了休眠性，其比例在不同的群体和处理的变换范围在 20.2%~79.4%。同样，不同来源杂草稻群体的二次休眠种子比例也有较大的差异（见表 1 右栏和图 6）。

表 1. 不同时长埋土处理（25、50、75、100 天）中各杂草稻群体的种子萌发率、死亡率以及统计休眠种子百分率

杂草稻 群体	萌发第 6 天的种子萌发率 (%)				萌发第 6 天检测到的种子死亡率* (%)				统计的休眠种子百分率** (%)			
	25 天	50 天	75 天	100 天	25 天	50 天	75 天	100 天	25 天	50 天	75 天	100 天
江苏-1	59.0	28.4	26.1	47.4	2.9	3.1	4.4	11.8	38.1	68.5	69.5	40.8
江苏-2	37.0	15.4	10.4	51.5	1.8	7.0	10.3	10.1	61.2	77.6	79.4	38.4
江苏-3	50.6	20.8	19.5	38.3	4.3	6.9	6.6	13.4	45.1	72.3	73.9	48.3
广东-1	55.0	12.5	7.3	24.7	24.9	49.2	49.7	52.3	20.1	38.3	43.0	23.0

注：* 利用 2,3,5-氯化三苯基四氮唑（TTC）染色法^[7]进行种子活力检测

** 休眠种子百分率 (%) = 实验种子总数 - (第 6 天萌发种子数 + 死亡种子数) × 100%

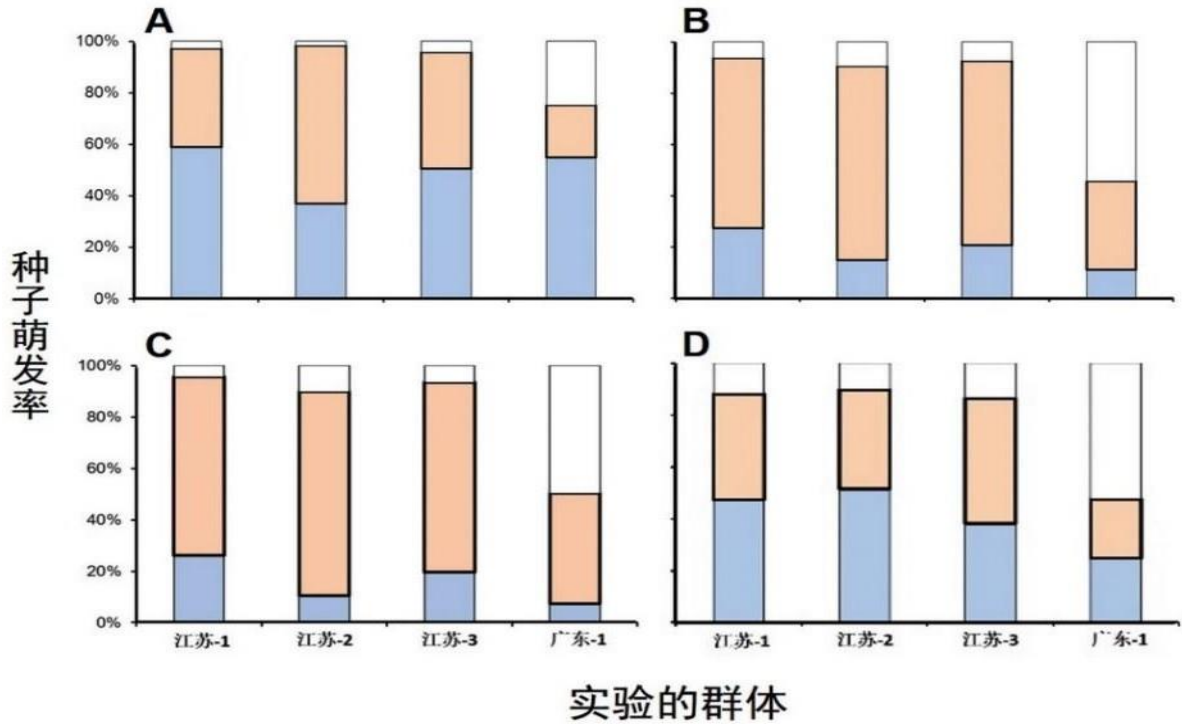


图 6. 四个杂草稻群体时间梯度种子活性检测

注：在 25 天(A)、50 天(B)、75 天(C)、100 天(D)埋土实验以及种子活性检测结果表明，埋土处理后能萌发(浅蓝色)、产生休眠(浅橙色)和死亡(白色)的杂草稻种子。

3.3 埋土与不埋土处理杂草稻种子的三种激素含量比较

对来自江苏-2 和江苏-3 群体杂草稻种子的内源激素含量检测的结果表明，经过埋土处理 50 天和 75 天的种子相较于于低温吸胀 7 天的种子，具有显著较低的赤霉素与脱落酸含量。此外，其它激素如生长素和水杨酸等的含量也有显著降低（见图 7）。干燥种子对照在分析中只作为参考。

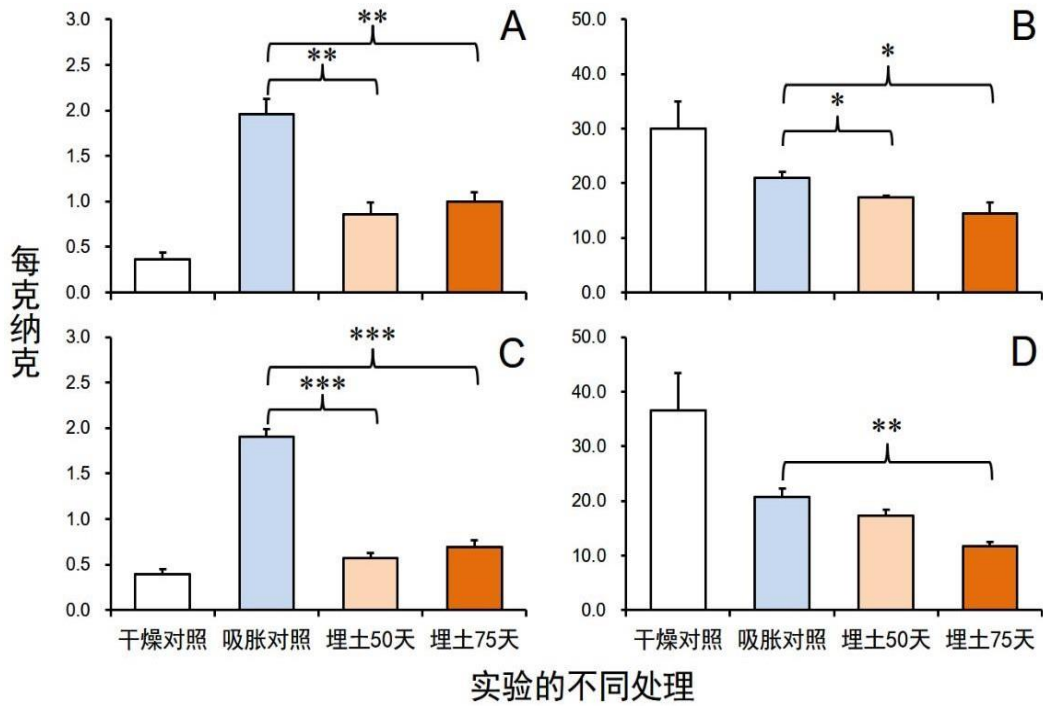


图 7. 不同处理的激素水平变化结果

注：江苏-2 (A、B) 与江苏-3 (C、D) 吸胀和埋土处理的激素含量差异。A、C 为赤霉素，B、D 为脱落酸。误差线为标准误，* $P < 0.05$ ；** $P < 0.01$ ；*** $P < 0.001$ 。

3.4 种子埋土与不埋土处理对幼苗生长的影响

对四个不同来源杂草稻群体的种子进行对比实验，未吸胀对照和经 25 天埋土处理后萌发生长形成的幼苗株高分析的结果表明，对照组的株高分别为：51.5 毫米（江苏-1）、54.4 毫米（江苏-2）、68.2 毫米（江苏-3）和 48.5 毫米（广东-4），而埋土处理组的株高分别为：52.9 毫米（江苏-1）57.8 毫米（江苏-2）、68.0 毫米（江苏-3）和 49.8 毫米（广东-4）。该实验结果表明，经过埋土处理而且产生了二次休眠的杂草稻种子，它们萌发之后不会影响幼苗的正常生长（图 8）。

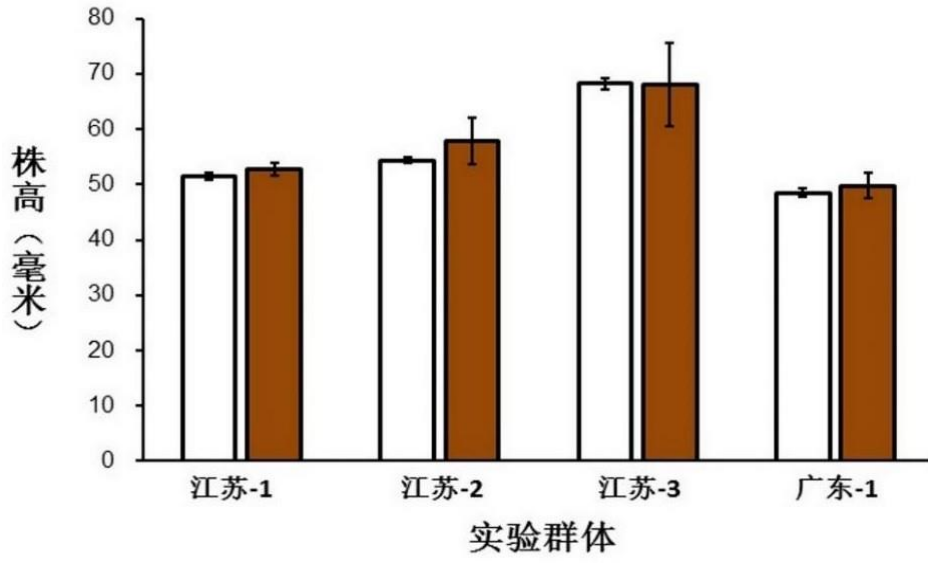


图 8. 种子埋土与否对幼苗生长影响研究

注：四个杂草稻群体种子在 25 天埋土后与对其照种子萌发生长幼苗的高度检测。白色柱：对照幼苗，褐色柱：埋土处理幼苗。误差线为标准误。



四、结论和建议

4.1 结论

本研究通过埋土处理、萌发率和种子活力检测的实验结果证明，杂草稻种子会在成熟脱落埋藏于土壤的过程中诱导产生二次休眠，其发生的概率大约在20.1%-79.4%之间，不同来源的杂草稻种子产生二次休眠的比率有较大变异。也就是说，即使在发生率较低的群体中，也有20%以上的杂草稻种子产生了二次休眠。据报道10%的上一代种子存活，就足以维持下一代杂草稻群体的繁衍和扩展^[4]。这一结果圆满解答了我对杂草稻种子是否有休眠性的疑问。

实验结果进一步表明，随着埋土时间的增长，产生二次休眠杂草稻种子的比例也随之而增加，在埋土75天左右，杂草稻种子产生二次休眠的比例达到最高，表明随着埋土时间的增长，产生二次休眠种子的比例增加，这对杂草稻种子的越冬非常有利。二次休眠的产生，限制了杂草稻种子在冬季气温发生异常波动时进行萌发，从而充分保证了维持下一季足够大小的杂草稻群体。结合前人报道的杂草稻种子在刚成熟落粒时，就可以依靠感受温度变化来保证种子不会随意萌发的现象，我认为杂草稻种子成熟脱落埋藏于土壤中，不仅可以通过感受环境温度变化来避免种子在不利环境下萌发，而且还通过诱导二次休眠来进一步保证种子不会无意萌发，从而避过不良条件，使得杂草稻种子的越冬存活得到双重保险。这一聪明的生存策略，就是一年生杂草稻越冬的秘密！

另外经过埋土处理，诱导了杂草稻种子中的赤霉素和脱落酸等与种子萌发和休眠关系密切的激素含量发生变化，特别是赤霉素和脱落酸的显著降低，这就是杂草稻产生二次休眠的重要原因，至于激素如何诱导二次休眠？哪些基因的调节发生了变化，还需要继续进行研究。再者，经过埋土处理诱导产生二次休眠的杂草稻种子，其幼苗与未经埋土处理的对照相比株高无显著差异，这个实验也进一步表明，二次休眠的产生不会影响幼苗的正常生长。实验还表明，杂草稻种子的二次休眠强度在埋土100天后有明显减弱的趋势，说明沉睡在土壤中越冬的杂草稻种子会逐渐醒来，恢复正常的萌发能力，保证来年在水稻播种时能够及时萌发。至于是什么信息“吵醒”了休眠的种子，仍然是一个谜。系列结果证明，能够自我繁殖的杂草稻适应水稻田环境变化而产生出新性状的重要意义。来自不同地区的杂草稻种子在相同埋土条件产生不同程度二次休眠的现象，也表明不同杂草稻产生二次休眠，也存在不同的应对机制，证明了杂草稻群体通过进化来适应不同的环境，从而产生了多样性，因此在未来杂草稻防除中需要采用不同的应对策略和方法。



4.2 建议

本研究首次发现杂草稻种子在埋土条件下，诱导产生二次休眠，这对杂草稻在不同的环境下生存和适应非常重要。这一发现不仅从理论上为杂草稻适应性进化提供了案例，也有助于制定防除杂草稻的有效方法。之前，有意大利学者研究了埋入土壤和暴露在地表杂草稻的种子的萌发能力，发现埋土的杂草稻种子萌发能力较弱，但没有对此进行进一步解释^[7]。我认为意大利杂草稻经埋土也可能产生了二次休眠。鉴于上述发现与事实，即杂草稻种子埋土之后会产生二次休眠，因此不建议在水稻收获以后立即进行土壤翻耕，而应该让杂草稻种子暴露于地表，以防止二次休眠性的产生，这样可以降低杂草稻种子的越冬能力。在杂草稻的控制过程中，应充分利用二次休眠解除的现象，在来年春播前向田间灌水，促使杂草稻种子萌发后再喷洒除草剂，这种方法能够更有效杀灭杂草稻。



参考文献

1. 许红云,熊海波,朱骞, et al. 2012. 栽培稻及其近缘野生种间杂交揭示杂草稻的起源. 植物遗传资源学报, 13: 1031-1036.
2. 王哲,戎俊,卢宝荣. 2015. 杂草稻的发生、危害与我国水稻生产面临的挑战. 杂草科学, 1: 1-9.
3. 李海粟,李俭,傅民杰,吴明根. 2017. 东北稻区杂草稻种子的越冬特性. 吉林农业大学学报, 39: 409-416.
4. Xia HB, Xia H, Ellstrand NC , et al. Rapid evolutionary divergence and ecotypic diversification of germination behavior in weedy rice populations[J]. New Phytologist, 2011, 191(4):1119-1127.
5. 油清波,刘燕,曾新华, et al. 2013. 甘蓝型油菜种子次生休眠遗传多样性. 科学通报, 58: 2795-2802.
6. 薛应龙. 1985. 植物生理学实验. 高等教育出版社, 北京
7. Fogliatto S, Vidotto F, Ferrero A. 2011. Germination of weedy rice in response to field conditions during winter. Weed Technology, 25: 252-261.



学术诚信签名

本参赛团声明所提交的论文是在老师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。尽本队所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。若有不实之处，本人愿意承担一切相关责任。

参赛队员： 朱薪宇

指导老师： 卢宝荣

2019 年9 月9 日



致 谢

我真诚地感谢卢宝荣教授和姜晓琪学长无偿的指导我完成这篇论文，在卢教授悉心的指导下，我在复旦大学生命科学院，研究完成了上述论文中的一系列的实验。同时我也要感谢父母对我的支持以及给予我的帮助，他们永远是我坚强的后盾。最后我还要感谢丘成桐科学奖给予我这次宝贵的机会，让我在高中阶段能够有机会实现我的梦想。



导师简介

卢宝荣，男，复旦大学特聘教授，博士生导师。生命科学学院生态与进化生物学系。任复旦大学学位评定委员会委员，生物学分委员会主任。1993年获The Swedish University of Agricultural Sciences博士学位。

2001年国家杰出青年科学基金获得者。

社会兼职：国务院学位委员会学科评议组成员，中国国家生物安全委员会委员，中国国家专业标准化技术委员会委员。曾任国际生物安全研究学会（ISBR）主席。任中国农学会遗传资源分会副理事长，中国农业生物技术学会理事，中国植物学会常务理事，上海植物学会副理事长。任国际和国内刊物“*AoB Plant*”、“*Journal of Evolution and Systematics*”、“*Science Bulletin*”、“*Rice Sciences*”、《生物多样性》、《中国水稻科学》、《农业生物技术学报》、《植物遗传资源学报》和《复旦学报》等杂志的编委。

研究方向：多年从事农作物及其野生近缘种的系统与进化生物学、种群遗传学、保护遗传学和进化生态学研究。近年来主要研究植物的分子进化、基因多样性和转基因生物安全，特别是转基因漂移的生态和进化影响。已培养相关硕士、博士研究生和博士后多名。

主要科研成果：迄今已独著英文专著1部，参加编写英文专著10余部，中文专著5部，发表论文300余篇，其中170余篇被SCI期刊收录，论文被引用9400余次。获国家发明专利10余项。获国家和省部级奖项十多项，包括上海市自然科学一等奖（转基因水稻外源基因逃逸及其环境生物安全机理）和环境部科学科技一等奖（重要转基因生物的风险评价技术和环境安全研究）。

教学：开设《生物安全导论》、《科学研究方法和科技论文写作》、《艺术、科学研究与创新思维》和《分子标记技术》等课程。



学生简介

朱薪宇，男，就读于上海市实验学校，目前高二。2019年度获得上海市第34届科技创新大赛一等奖，代表上海参加同年在澳门举行的第34届全国科技创新大赛，并以《杂草稻越冬的秘密：钻进土壤的种子诱发了休眠性》这一课题获得全国科技创新大赛二等奖。

同年获奖还有：2019年全国中学生生物学联赛，获得上海市三等奖；美国2019年度 TeraData 数据分析竞赛获“二等奖”；上海市实验学校——校级2018-2019学年“创意之星”奖；参加了2019哈佛HCAUSCR中美学生领袖峰会。

2019年度是获奖迸发的一年，但是科学研究的种子早在年少时候就已经埋下。

自我评价：从小兴趣爱好广泛，对科学探究生物学领域有独特的兴趣。初中阶段师从钟扬教授，并获得钟扬教授悉心指导，得他亲自点拨，随他前往西藏采集种子，利用学习空隙，往返于实验室之间，收集数据并记录。在这个过程中培养了自己努力追求科研的精神。在2018年度的第32届青少年科技创新大赛：中，《西藏拟南芥适应能力综合分析》斩获了上海市二等奖的好成绩。而此时尚处于初中，小荷才露尖尖角。之后在“科学诠释者”的比赛中也获得了“最具潜力奖”。在学校，结合自己的兴趣爱好，开设了学与做科学社，作为社长他认真负责，每期课程都做好记录，上传于公众平台，赢得了大家的好评。虽然恩师钟扬教授不幸早逝，但作为他最小的学生，前行的步伐从未停止。进入高中之后继续师从复旦大学卢宝荣教授，以《杂草稻越冬秘密：钻进土壤的种子诱发了休眠性》参加34届科科技创新大赛，科学探究之路在脚下延伸，科研精神在不断的丰富。

优势和特长：科学研究是优势。具备严谨的科研精神和科学素养。以兴趣作为出发点，在成长的过程中不断的开拓研究探索科学之路，从2016年开始至今从未停止科学研究的脚步。科技创新大赛仅仅是一个开端，期望更大的空间和更高的平台实现自己的梦想。