

喷施药剂对高温天气下常规粳稻经济性状和产量的影响

李立中, 张长海 (安徽省桐城市种子管理局/安徽省桐城市水稻研究所, 安徽桐城 231400)

摘要 [目的]研究喷施药剂对高温天气下常规粳稻经济性状和产量的影响。[方法]选择徐稻8号、盐粳10号和桐粳3号3个常规粳稻为材料,以磷酸二氢钾和水杨酸为试验药剂,在田间水浆管理正常情況下开展药剂缓解高温热害试验。[结果]常规粳稻在孕穗—抽穗阶段遇上高温时,叶面喷施0.02%浓度水杨酸水溶液会影响单位面积总颖花量和结实率,造成产量下降,差异不显著;叶面喷施0.4%浓度磷酸二氢钾水溶液在高温刚开始时使用有利于缓解高温热害,但高温持续一段时间后使用会减少单位面积有效穗,降低每穗总粒数和产量,尤其是抽穗期使用可减产显著;叶面同时喷施0.02%浓度水杨酸水溶液与0.4%浓度磷酸二氢钾水溶液会严重降低单位面积颖花量而减产。常规粳稻高温热害会减少结实率和降低单位面积颖花量。[结论]该研究为常规粳稻在敏感期内遇高温时减轻热害提供依据。

关键词 常规粳稻;高温热害;药剂;经济性状;产量;缓解
中图分类号 S511.2⁺2 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)27-0035-04

Effects of Spraying Medicaments under High Temperature on the Economic Characters and Yields of Conventional Japonica Rice
LI Li-zhong, ZHANG Chang-hai (Tongcheng Seed Management Bureau of Anhui Province/Tongcheng Rice Research Institute of Anhui Province, Tongcheng, Anhui 231400)

Abstract [Objective] To research the effects of spraying medicament under high temperature on the economic characters and yields of conventional Japonica rice. [Method] With three varieties of conventional Japonica rice of Xudao 8, Yanjing 10 and Tongjing 3 as the research materials, and monopotassium phosphate and salicylic acid as the research medicaments, test on relieving high temperature thermal damage by medicaments was carried out under normal water management in field. [Result] When conventional Japonica rice met high temperature at booting-earing stage, foliar spraying of 0.02% salicylic acid aqueous solution affected the seed-setting rate and total spikelets in unit yield and reduced yield, showing significant differences. Foliar spraying of 0.04% potassium bi-phosphate solution was helpful to relief high temperature heat damage at the beginning of high temperature, but reduced the effective ears unit yield, grains per ear and yield when hot temperature lasted for a long time, especially reduced yield significantly when applied at heading period. Foliar spraying of 0.02% salicylic acid aqueous solution and 0.04% potassium bi-phosphate solution would greatly reduce the spikelets unit area and yield. Conventional Japonica rice under high temperature thermal damage would reduce seed-setting rate and spikelets unit area. [Conclusion] This research provided references for reducing high temperature thermal damage of conventional Japonica rice.

Key words Conventional Japonica rice; High temperature thermal damage; Medicament; Economic characters; Yield; Relief

水稻在孕穗至抽穗扬花期前后的最适宜温度为25~30℃,抽穗前后10d对温度特别敏感,孕穗期如遇35℃以上持续高温会造成花器发育不良、活力下降;抽穗扬花期如遇35℃以上高温就会影响花粉管伸长,导致不能受精而形成空秕粒^[1]。由于籼稻抽穗期遇高温的机率高于粳稻,以往对缓解高温热害的应急措施研究大都以籼稻为材料,对粳稻研究较少。随着“籼改粳”的推进和种植大户的增加,一季粳稻面积在长江中下游稻区呈增加趋势。2013年笔者在进行“籼改粳”试验时,发现粳稻的抗高温能力不及籼稻,尤其是孕穗期比籼稻敏感^[2];2013年江苏省盱眙县报道有0.047万hm²粳稻出现高温热害,平均减产2235kg/hm²,比杂交籼稻高1155kg/hm²,可见粳稻的抗热性能较杂交籼稻差^[3]。王强等^[4]以三系粳型杂交稻良丰优339为试验材料在高温时喷施S诱抗素、磷酸二氢钾、水杨酸等7种化学药剂进行试验后认为:喷施化学物质仅起到缓解作用,不能完全补偿高温胁迫所产生的产量损害,在缓解作用方面S诱导素效果表现最好,其次是茉莉酸甲酯和磷酸二氢钾,水杨酸和维生素E的缓解作用中等,其他的缓解效果较弱。2016年8月10—24日桐城市出现了少有的持续高温,高温开始时常

规中粳展示品种中盐粳10号和徐稻8号处在孕穗阶段,这2个品种分别于8月16、17日始穗,8月19日高温仍在持续,此时盐粳10号正齐穗,徐稻8号处在抽穗阶段,桐粳3号(暂定名)处在孕穗末期。笔者选择这3个品种为材料,以磷酸二氢钾和水杨酸为试验药剂,在田间水浆管理正常情況下开展叶面喷施药剂试验,了解高温对常规粳稻的影响,为常规粳稻在敏感期内遇高温时减轻热害提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在桐城市种子管理局常规中粳展示田中进行,展示田前茬为空闲田,壤土,肥力中等,排灌条件好。该展示品种于5月27日播种,6月23日移栽,秧龄27d,栽植规格20cm×17cm,栽27万穴/hm²左右,每穴平均3.7苗。试验田基施48%(16-16-16)复合肥450kg/hm²,在栽插前犁耙时全层施入,7月6日追施尿素150kg/hm²拌丁苄撒施,7月16日施尿素75kg/hm²,8月13日追施40%(20-7-13)BB复合肥450kg/hm²;试验于7月17日防治螟虫、纹枯病和稻飞虱,8月17日防治螟虫、稻瘟病、纹枯病和稻飞虱等病虫2次。其他栽培措施同当地中粳。

1.2 供试药剂 20%水杨酸(SA)由中国水稻研究所提供;98%磷酸二氢钾为市售,由上海益农化工有限公司生产。

1.3 供试品种 试验用常规粳稻品种材料共3个,分别为徐稻8号、桐粳3号(代号)、盐粳10号。

1.4 试验设计 试验设计4个处理:处理A为叶面喷施0.02%水杨酸水溶液;处理B为叶面喷施0.4%磷酸二氢钾

基金项目 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(CARS-01-07B)。
作者简介 李立中(1963—),男,安徽桐城人,高级农艺师,从事水稻栽培技术研究和推广工作。
收稿日期 2018-05-02

水溶液;处理 C 为叶面喷施 0.02%水杨酸+0.4%磷酸二氢钾水溶液;CK 为不喷任何药剂。

1.5 气象条件和施药方法 自 8 月 10 日开始持续晴热高温天气,直到 8 月 25 日高温才结束,其中 8 月 10—20 日的日平均气温均超过 30℃,日最高气温均超过 35℃,最高气温高达 37.9℃。8 月 10 日高温刚开始,徐稻 8 号处在孕穗期,对其进行药剂叶面喷施,喷施于 09:00 进行,气温 30℃左右,东北风 2~3 级,空气相对湿度 80%左右,田间有 3 cm 左右水层,喷施时为多云天气。8 月 19 日高温已持续 10 d,此时桐梗 3 号处在孕穗末期、盐梗 10 号处在齐穗期,对这 2 个品种进行药剂叶面喷施,喷施于 09:00 进行,气温 32℃左右,东风 1 级,空气相对湿度 70%左右,田间有 3 cm 左右水层,喷施时为晴朗天气。每个处理面积 15.12 m²,共计 12 个处理小区。

1.6 调查方法和数据处理 各试验品种成熟时,每个处理小区取 3 点,每点取有代表性植株 5 穴分别进行室内考种。考查每穗总粒数、每穗实粒数和千粒重,以每穗实粒数占该穗总粒数的比值为该点结实率。数取有效穗,称取稻谷重量,以栽插密度推算有效穗和产量。以有效穗、每穗总粒数、结实率、千粒重和产量共 5 个性状为对象进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对经济性状的影响 3 个常规粳稻品种不同处理的经济性状结果见表 1。由于参试品种其孕穗期至抽穗期长时间处于异常高温之下,从 CK 的结实率数值可以看出,参试品种出现了明显的热害特征,表现为结实率较正常年份下降。

2.1.1 对有效穗的影响。由表 1 可知,3 个品种 CK 的有效穗 259.50 万~370.50 万/hm²,平均 309.45 万/hm²。处理 A 有效穗 224.50 万~332.70 万/hm²,平均 278.10 万/hm²,比 CK 低 31.35 万/hm²,降低 10.13%,3 个品种表现一致;处理 B 有效穗 76.55 万~333.30 万/hm²,平均 286.05 万/hm²,比 CK 低 23.40 万/hm²,降低 7.56%,3 个品种表现不同,高温刚开始时进行处理的徐稻 8 号高于 CK,高温持续一段时间后处理的桐梗 3 号和盐梗 10 号均低于 CK;处理 C 有效穗 199.65 万~283.20 万/hm²,平均 251.25 万/hm²,比 CK 低 58.20 万/hm²,降低 18.81%,3 个品种表现一致。方差分析结果显示,桐梗 3 号处理间差异达到极显著水平,其余品种未达显著水平。在桐梗 3 号的 3 个处理中,处理 A 与 CK 间差异不显著,处理 B 与 CK 间差异达显著水平,处理 C 与 CK 间差异达极显著水平,这说明高温持续一段时间后,对孕穗期的常规粳稻叶面喷施 0.4%浓度磷酸二氢钾可促使小分蘖死亡,尤其是与 0.02%浓度水杨酸同时喷施后效果更明显,导致有效穗显著减少。

2.1.2 对每穗总粒数的影响。由表 1 可知,3 个品种 CK 平均每穗总粒数 115.05~229.77 粒,平均 161.47 粒。处理 A 平均每穗总粒数 110.64~248.27 粒,平均 160.33 粒,比 CK 略低,3 个品种每穗总粒数表现不同,桐梗 3 号高于 CK,徐稻 8 号和盐梗 10 号均低于 CK;处理 B 平均每穗总粒数 108.70~213.36 粒,平均 153.59 粒,比 CK 低 7.88 粒,降低

4.88%;处理 C 平均每穗总粒数 102.89~217.16 粒,平均 150.78 粒,比 CK 低 10.69 粒,降低 6.62%。处理 B 和 C 的 3 个品种平均每穗总粒数均低于 CK。对各品种进行方差分析,结果显示徐稻 8 号和桐梗 3 号处理间差异达显著水平,盐梗 10 号未达显著水平。在桐梗 3 号的 3 个处理中,各处理与 CK 间差异均不显著,但处理 A 与处理 B、C 间差异达显著水平,这说明常规粳稻在高温持续一段时间后喷施 0.4%浓度磷酸二氢钾可抑制颖花继续发育,从而导致成熟的颖花数减少,孕穗期处理的抑制作用显著高于抽穗期。

2.1.3 对结实率的影响。3 个品种 CK 的结实率 72.21%~78.71%,平均 75.45%。处理 A 结实率 71.03%~76.03%,平均 72.71%,比 CK 低 2.74 百分点,降低 3.63%,3 个品种表现一致;处理 B 结实率 73.25%~77.83%,平均 76.19%,比 CK 高 0.74 百分点,提高 0.98%,3 个品种表现不同,孕穗期处理高于 CK,抽穗期处理低于 CK,孕穗期以高温开始时处理增幅高于高温持续一段时间后处理;处理 C 结实率 72.28%~78.88%,平均 74.50%,比 CK 低 0.95 百分点,降低 1.26%,3 个品种表现不同,高温开始时处理的徐稻 8 号表现低于 CK,略低于处理 A,高温持续一段时间后的桐梗 3 号和盐梗 10 号的结实率略有提高。对各品种进行方差分析,结果显示各品种处理间差异均未达到显著水平,说明高温时喷施这 2 种药剂不能有效提高常规粳稻的结实率。

2.1.4 对千粒重的影响。3 个品种 CK 的千粒重 24.63~27.35 g,平均 25.94 g。处理 A 千粒重 24.44~27.54 g,平均 25.83 g,比 CK 低 0.11 g,降低 0.42%,3 个品种表现不同,孕穗期低于 CK,而抽穗期高于 CK;处理 B 千粒重 25.05~28.16 g,平均 26.21 g,比 CK 高 0.27 g,提高 1.04%,3 个品种表现不同,孕穗高温开始时较 CK 降低,而高温持续一段时间后较 CK 提高,在高温持续一段时间后以抽穗期对千粒重提高明显;处理 C 千粒重 24.59~28.52 g,平均 26.25 g,比 CK 高 0.31 g,提高 1.20%,3 个品种的表现与处理 B 一致,但幅度较处理 B 增大。方差分析结果显示,各品种处理间差异均未达到显著水平,说明高温时喷施这 2 种药剂对常规粳稻的千粒重影响不明显。

2.2 不同处理对产量的影响

2.2.1 孕穗期处理对产量的影响。徐稻 8 号和桐梗 3 号进行药剂处理时均处于孕穗期,各处理产量结果见表 1。由表 1 可知,徐稻 8 号 CK 的产量为 8 179.5 kg/hm²,处理 A 和 C 的产量均低于 CK,减产幅度分别为 29.84%和 22.65%,减产原因是有效穗和每穗总粒数较 CK 低,只有处理 B 的产量比 CK 高,增幅为 11.48%,增产原因是有效穗较 CK 多 34.8 万/hm²。方差分析结果显示,处理间差异未达显著水平,说明在高温刚发生时对处在孕穗期的常规粳稻叶面喷施 0.02%浓度水杨酸或 0.4%浓度磷酸二氢钾或 0.02%浓度水杨酸+0.4%浓度磷酸二氢钾对产量影响较小。桐梗 3 号 CK 的产量为 10 615.5 kg/hm²,处理 A、B 和 C 的产量均低于 CK,减产幅度分别为 0.79%、14.10%和 24.16%,减产原因是有效穗显著较 CK 低。方差分析显示,处理间差异达显著水

平,其中处理 C 与 CK 间差异达极显著水平,说明在高温持续一段时间后对处在孕穗期的常规粳稻叶面喷施 0.02% 浓度水杨酸+0.4% 浓度磷酸二氢钾会严重影响产量。综合同处在孕穗期的徐稻 8 号和桐梗 3 号在高温不同发生时期各处理表现,发现叶面喷施 0.02% 浓度水杨酸(处理 A)主要影响小分蘖的成穗,导致有效穗减少,在高温初期使用也会加速颖花退化,但在高温持续一段时间后喷施可抑制颖花退化的发生,这与符冠富等^[5]的研究结果相符;叶面喷施 0.4% 浓

度磷酸二氢钾(处理 B)在高温发生初期可优化稻株生长环境,抵御高温对结实率的影响,促进小分蘖成穗,从而提高产量,但在高温持续一段时间后喷施会出现有效穗下降、穗颖花退化加剧现象,从而造成减产;0.02% 浓度水杨酸和 0.4% 浓度磷酸二氢钾同时喷施(处理 C)不论早迟,均会造成有效穗降低和穗总粒数减少,导致减产,尤其是高温持续一段时间后喷施减产达到极显著水平。

表 1 高温下喷施药剂对常规粳稻经济性状和产量的影响

Table 1 Effects of spraying medicament under high temperature on the economic characters and yields of conventional Japonica rice									
品种名称 Variety name	发育时期 Growth period	处理日期 Treatment date	处理编号 Treatment code	有效穗 Effective spike//万/hm ²	每穗总粒数 Total grain number per spike//粒	结实率 Seed-setting rate//%	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm ²	比 CK± Compared with CK±//%
徐稻 8 号 Xudao 8	孕穗期	08-10	A	256.95	122.07	71.07	25.51	5 739.0	-29.84
			B	333.30	138.70	77.83	25.43	9 118.5	11.48
			C	270.75	132.30	72.28	24.59	6 327.0	-22.65
			CK	298.50	139.59	75.42	25.83	8 179.5	—
桐梗 3 号 Tongjing 3	孕穗期	08-19	A	244.50	248.27	71.03	24.44	10 531.5	-0.79
			B	229.65	213.36	73.25	25.05	9 118.5	-14.10
			C	199.65	217.16	72.35	25.64	8 050.5	-24.16**
			CK	259.50	229.77	72.21	24.63	10 615.5	—
盐梗 10 号 Yanjing 10	抽穗期	08-19	A	332.70	110.64	76.03	27.54	7 726.5	-16.35
			B	295.05	108.70	77.50	28.16	7 047.0	-23.71*
			C	283.20	102.89	78.88	28.52	6 055.5	-34.44**
			CK	370.50	115.05	77.71	27.35	9 237.0	—

注: * 表示在 0.05 水平差异显著; ** 表示在 0.01 水平差异极显著
Note: * indicated significant differences at 0.05 level; ** indicated extremely significant differences at 0.01 level

2.2.2 抽穗期处理对产量的影响。盐梗 10 号在处理时处于抽穗期,其各处理产量结果见表 1。盐梗 10 号 CK 的产量为 9 237.0 kg/hm²,处理 A、B 和 C 的产量均低于 CK,减产幅度分别为 16.35%、23.71% 和 34.44%,减产的原因是有效穗和每穗总粒数较 CK 低。方差分析显示,处理间差异达显著水平,其中处理 B 与 CK 间差异达显著水平,处理 C 与 CK 间差异达极显著水平,说明在高温持续一段时间后对处在抽穗期的常规粳稻叶面喷施 0.4% 浓度磷酸二氢钾会造成减产,与 0.02% 浓度水杨酸同时使用会严重影响产量。与同期处于孕穗期的桐梗 3 号 3 个处理结果相比可以看出,在抽穗期叶面喷施这 2 种药剂的减产程度高于孕穗期,且 3 个处理结果一致。

3 结论与讨论

试验结果表明,常规粳稻在孕穗至抽穗阶段遇到高温时,叶面喷施 0.02% 浓度水杨酸水溶液会影响单位面积总颖花量和结实率,造成产量下降,但差异不显著。由于水杨酸是一种内源酚类生长调节剂,植物体内水杨酸的存在可减轻热胁迫对膜氧化的伤害,可提高植物抗热性^[5],水杨酸的这种特性在该试验中得到体现,表现在高温持续一段时间后喷施,其对单位面积颖花量的影响小于喷施磷酸二氢钾处理。在高温刚开始时使用 0.4% 浓度磷酸二氢钾水溶液进行叶面喷施,表现为单位面积有效穗增加和结实率提高,可缓解高温热害,但差异不显著;高温持续一段时间后使用则使单位面积有效穗减少,每穗总粒数下降,即单位面积颖花量减少,虽然结实率与 CK 持平,千粒重略高于 CK,但产量仍比 CK

低,尤其是抽穗期使用减产显著,这与王强等^[4]的报道相符。叶面同时喷施 0.02% 浓度水杨酸水溶液与 0.4% 浓度磷酸二氢钾水溶液会严重降低单位面积颖花量,不能缓解高温对结实率的影响,尤其是高温持续一段时间后会严重降低产量。

有效穗数、每穗粒数、结实率和千粒重是构成水稻产量的 4 个要素,以往研究认为结实率对高温最敏感,每穗粒数次之,千粒重再次,株穗数最小^[6]。从该试验结果可以看出,高温除影响常规粳稻的结实率外,对有效穗和每穗粒数也有较大影响。3 个品种 2 个生育时期共 9 个药剂处理的 18 个性状中,仅高温开始时喷施磷酸二氢钾处理的有效穗和高温开始一段时间后喷施水杨酸处理的每穗粒数高于 CK,其他处理的有效穗和每穗粒数都低于 CK,这说明直至抽穗期,环境条件都会影响有效穗和每穗粒数。由于穗抽出后其自身植株和颖花粒数已定型,因此随着抽穗进程的推进,环境对有效穗和每穗粒数的影响逐渐变小,理论上孕穗期药剂处理对有效穗和每穗粒数的影响效果要大于抽穗期处理,这与该试验结果相符。桐梗 3 号和盐梗 10 号同期药剂喷施处理,处在孕穗期的桐梗 3 号有效穗和每穗粒数处理间差异分别达极显著水平和显著水平,而处在抽穗期的盐梗 10 号则处理间差异不显著。由于前人的研究材料主要是籼稻,对于高温热害主要是考查对结实率的影响,而高温热害对单位面积颖花量的影响鲜见报道。但对于常规粳稻来说,高温热害只考查结实率是不科学的,还应考查高温对单位面积颖花量的影响。以该试验为例,如以喷施化学物质对品种结实率为衡量指标,可认定处理效果不明显,但高温时喷施这 2 种化学

物质后,常规粳稻的单位面积颖花量明显减少,各处理与 CK 相比平均减少 5 010 万、5 535 万和 11 865 万朵/hm²,减少比例分别为 10.44%、11.54%和 24.73%,结果是部分处理减产显著。由于高温下水稻叶片呼吸作用增强,不利于光合产物的积累,最终会影响到颖花分化^[5],因此笔者认为高温对于常规粳稻不仅会降低结实率,而且会降低单位面积颖花数,导致产量降低。

笔者于 2013 年对缓解常规粳稻高温热害进行了施用氮肥对比试验。2013 年 8 月 6—18 日桐城市出现了连续 13 d 日平均气温≥30℃、日最高气温≥35℃的高温天气^[7],试验常规粳稻材料晚粳 30 在 8 月 12 日处于幼穗分化Ⅳ期,对其施用保花肥,用量是尿素 120 kg/hm²,8 月 23 日该试验材料处于孕穗末期,对其一部分再施氮肥作不同施肥对比,用量是尿素 75 kg/hm²。抽穗后,试验材料出现了结实率低下的热害特征,考查不同施肥处理结果显示,高温出现后 1 次撒施尿素的株高为 92.4 cm,有效穗 243.60 万/hm²,穗平均总粒数 127.75 粒,结实率 55.94%,千粒重 28.38 g,产量 4 941.0 kg/hm²;高温出现后 2 次撒施尿素的株高为 100.4 cm,有效穗 243.15 万/hm²,穗平均总粒数 142.21 粒,结实率 64.88%,千粒重 29.59 g,产量 6 637.5 kg/hm²;对比发现后者比前者植株高 8.0 cm,穗平均总粒数多 14.46 粒,结实率高 8.94 百分点,千粒重多 1.21 g,产量高 1 696.5 kg/hm²,增幅达 34.34%。因此可以看出,常规粳稻在高温后增施氮肥有利于缓解高温热害,这与曹云英^[8]的研究结果相符。而该试验在对常规粳稻进行水杨酸和磷酸二氢钾处理后不但不能缓解高温热害,而且导致减产,其原因是水杨酸、磷酸二氢钾与尿素在高温出现后对水稻的作用不同。外源水杨酸进入稻株体内后可加速稻株体内的物质代谢,导致小分蘖和未发育完全的颖花可能因营养供应不足而夭折,有效穗和每穗粒数减少,随着高温的持续,水杨酸保护并促进颖花分化^[5]的功能开始显现,有效穗和穗粒数较其他处理降幅小,甚至出现每穗总粒数高于 CK 的现象(桐梗 3 号叶面喷施 0.02%水杨酸处理);磷酸二氢钾进入稻株体内后,高温初始时有利

于稻株体内氮、磷、钾协调,可优化稻株生长环境,因而能促进经济性状优于 CK,在一定程度上缓解高温热害,但高温持续一段时间后稻株体内因高温消耗了较多的氮,氮成为急需补充的元素,磷和钾的增加会加重稻株体内营养的失衡,此时喷施磷酸二氢钾不能缓解高温热害,相反,此时补充氮肥恰恰是稻株体内所需要的,这就是追施尿素能缓解高温热害的原因。由于高温后水杨酸和磷酸二氢钾进入稻株体内都有减少单位面积颖花量的作用,故水杨酸和磷酸二氢钾同时喷施水稻后会发生叠加效应,这在叶面喷施 0.02%水杨酸+0.4%磷酸二氢钾水溶液处理上得到体现。

该试验结果显示,常规粳稻在孕穗期和抽穗期遇上高温不仅结实率降低,而且单位面积颖花数减少,故常规粳稻缓解高温热害措施要从这两方面考虑。选择化学物质时,要保证该物质使用后的单位面积颖花数不减少的基础上提高结实率,或者在结实率不降低情况下提高单位面积颖花数,或者单位面积颖花数和结实率都有所提高。试验中的水杨酸和磷酸二氢钾单独使用不能达到上述效果,不宜作常规粳稻缓解高温热害药剂。由于水杨酸在高温时有保护并促进颖花分化的作用^[5],如果能与抵消其加速稻株体内物质代谢作用的物质混合使用,也许能取得缓解常规粳稻高温热害的效果,这仍需进行进一步试验。

参考文献

- [1] 朱德峰. 水稻生产抗灾减灾技术[M]. 北京:中国农业出版社,2010:2-4.
- [2] 李立中,张长海. 安徽沿江稻区几种生态型粳稻与杂交籼稻的生长发育及产量比较试验[J]. 中国稻米,2015,21(2):50-53.
- [3] 陆海空,米长生,洪国保,等. 盱眙县 2013 年水稻高温热害发生情况及防控技术[J]. 北方水稻,2014,44(5):41-43.
- [4] 王强,陈雷,张晓丽,等. 化学调控对水稻高温热害的缓解作用研究[J]. 中国稻米,2015,21(4):80-82.
- [5] 符冠富,张彩霞,杨雪芹,等. 水杨酸减轻高温抑制水稻颖花分化的作用机理研究[J]. 中国水稻科学,2015,29(6):637-647.
- [6] 杨舒畅,申双和. 水稻高温热害及其风险评估的研究进展[J]. 农学报,2016,6(2):122-125.
- [7] 张长海,汪向东,刘玲,等. 2013 年桐城市杂交中籼高温热害表现与成因分析[J]. 杂交水稻,2015,30(1):42-47.
- [8] 曹云英. 高温对水稻产量与品质的影响及其生理机制[D]. 扬州:扬州大学,2009.

(上接第 2 页)

该研究表明,鹿茸草种子没有休眠期,长期储存会造成种子生命力丧失,25℃人工保湿条件下播种后第 7 天开始发芽,发芽期为 15 d,发芽率可达 12.06%,而野生生境条件下,更新成苗率仅为 0.32%,成苗率远低于室内发芽率。鹿茸草生境实地调查中发现,鹿茸草生存对生境条件需求苛刻,一般分布在山地上部,植被郁闭度 50%左右,土壤肥沃、排水良好的生境条件下,而亚热带低山丘陵区山体上部和顶部,表层土壤干旱,种子成熟后,不能遇到适宜萌发条件,会很快失去生命力,造成更新率极低,加之近年来人们过渡采集野生资源,成为鹿茸草致濒的主要原因。因此,进一步深入了解鹿茸草生境条件,创造适生环境条件,是鹿茸草人工促进天然更新、扩大种群数量的关键。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志:第 68 卷[M]. 北京:科学出版社,1963:389-390.
- [2] 苏州医学院. 中药大辞典:下册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1997:22-42.
- [3] 张军,刘翔,林茂洋,等. 重庆药用植物新记录[J]. 中国中药杂志,2016,41(12):2213-2215.
- [4] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草:第 7 册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999.
- [5] 杨蓓芬,崔敏燕. 绵毛鹿茸草的次生代谢产物含量与抑菌活性分析[J]. 浙江中医药大学学报,2009,33(2):265-267.
- [6] 郑巍,谭兴起,郭良君,等. 鹿茸草的化学成分(英文)[J]. 中国天然药物,2012,10(2):102-104.
- [7] 张舒婷,任恒鑫,吴洪斌,等. 鹿茸草中木犀草素含量测定[J]. 黑龙江医药科学,2012,35(3):32-33.
- [8] 乡世健,潘林燕,王婉菱,等. 鹿茸草抗炎、止咳作用的初步研究[J]. 时珍国医国药,2012,23(11):2727-2728.