

附子秸秆残茬对水稻的化感效应

岳彩萍, 邹强, 黄晶* (西南科技大学生命科学与工程学院, 四川绵阳 621010)

摘要 [目的] 探明附子秸秆残茬对水稻的化感效应。[方法] 通过添加附子秸秆残茬不同腐解液, 采用平板培养法进行水稻种子萌发和幼苗生长试验。[结果] 除秸秆残茬添加附子田土壤腐解 15 d 原液 (SBW₁₅) 处理 7 d 外, 其余附子残茬腐解原液处理 3 d 与 7 d 的水稻种子均不发芽, 其 25% 稀释液处理 3 d 亦不同程度抑制水稻种子萌发与根系生长, 但处理 7 d 对根系生长表现出抑制与促进双重作用; 除 25% SBW₁₅ 稀释液处理 7 d 外, 其余腐解液对水稻发芽率、根长及发芽指数均表现化感抑制作用, 且处理 3 d 的抑制作用强于 7 d。[结论] 附子秸秆残茬对水稻的化感效应与秸秆残茬腐解液浓度及处理时间有关。

关键词 附子秸秆; 腐解液; 水稻; 化感效应

中图分类号 S511 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)17-047-03

Allelopathic Effects of *Aconitum carmichaeli* Dexb. Sstraw on Rice

YUE Cai-ping, ZOU Qiang, HUANG Jing* (School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010)

Abstract [Objective] This study aims to study the allelopathic effect of *Aconitum carmichaeli* Dexb. straw on seed germination and growth of rice. [Method] The rice seed germination test and the rice growth test were carried out using the plate culture method by adding different decomposition liquids of straw. [Result] Except the 7 days treatment of decomposition liquid prepared by immersing straw and soil for 15 days (SBW₁₅), there was no seed germination under any treatments of decomposition liquids addition. The 25 percent diluents of different decomposition liquids were also found to inhibit the germination of rice seeds, however, the 25 percent diluents showed both inhibition and promotion effects on the growth of rice root. Except the 7 days treatment of 25 percent diluent of SBW₁₅, all the other decomposition liquids showed inhibitory allelopathic effects in rice seed germination rate, root length and seed germination index, and the inhibitory effect under 3 days treatment were stronger than that under 7 days treatment. [Conclusion] Allelopathic effects of *Aconitum carmichaeli* Dexb. straw on rice are related to the concentration of straw decomposition liquids and the time of treatment.

Key words *Aconitum carmichaeli* Dexb. Straw; ;Decomposition liquids; Rice; Allelopathic effect

附子是川产道地名贵中药材, 为毛茛科乌头 (*Aconitum carmichaeli* Debx.) 的子根。近年来, 随着医药行业的发展, 国内外对附子需求量日益增长。四川江油是我国附子的道地产区, 已有 1 000 多年的栽培历史^[1]。由于水旱轮作模式能有效克服附子生产上严重的连作障碍问题, 近年来在附子生育后期套作水稻的种植模式逐渐发展起来^[2]。然而, 由于该模式是在附子收获后将秸秆残茬直接翻埋于水稻行间, 容易造成水稻秧苗叶片发黄、植株矮小、生育迟缓等现象, 严重影响了水稻生产, 但其原因尚不明确。

植物化感作用是指一种活体植物产生并以挥发、淋溶、分泌和分解等方式向环境释放次生代谢物而影响邻近伴生植物生长发育的化学生态现象^[3]。前人已报道玉米、小麦、棉花等作物秸秆可能对水稻、棉花等作物的种子萌发和生长产生化感作用^[4-6]。植物中所发现的化感物质主要来源于其次生代谢产物, 而药用植物有效成分又多是次生代谢产物^[3]。附子植株中含有大量的生物碱、附子灵、宋果灵等次生代谢产物^[7], 附子套作水稻模式下水稻生长发育受影响极有可能与附子秸秆残茬产生的化感作用有关。该研究分析了附子秸秆不同腐解液对水稻种子萌发状况及幼苗生长的化感效应, 为附子秸秆科学还田以及水稻高产高效栽培提供科学依据。

1 材料与方

1.1 材料 试验于 2015 年 7 月附子收获后开展。供试附子

秸秆取自江油市太平镇桥楼村, 为当地主栽品种青川南瓜叶型; 供试水稻品种为德优 4727。

1.2 方法 取长势基本一致的新鲜附子秸秆, 将其茎叶分离并剪碎至 3~5 cm, 称重后计算茎叶比, 按比例添加以进行腐解。附子残茬 6 种不同腐解液配制方法如下: ①将附子秸秆残茬、附子田土壤和无菌水以 1:1:10 (g:g:mL) 振荡混合, 30℃ 恒温培养 7、15 d 后静置过滤得到 7 d 腐解液 (SBW₇) 与 15 d 腐解液 (SBW₁₅); ②将附子秸秆残茬、灭菌后的附子田土壤和无菌水以 1:1:10 (g:g:mL) 振荡混合, 在 30℃ 恒温培养 7、15 d 后静置过滤得到 7 d 腐解液 (SSW₇) 与 15 d 腐解液 (SSW₁₅); ③将附子秸秆残茬与无菌水以 1:10 (g:mL) 振荡混合, 在 30℃ 恒温培养 7、15 d 后静置过滤得到 7 d 腐解液 (SW₇) 与 15 d 腐解液 (SW₁₅)。

水稻种子萌发试验和水稻幼苗生长发育试验采用平板培养法。以无菌水为对照, 设置附子残茬 6 种不同腐解液为主处理, 同时在处理中设 2 个浓度梯度, 分别为原液、25% 稀释液 (液液比)。取上述腐解液各 10 mL 置于加有滤纸的培养皿中, 每个处理 4 次重复, 共计 52 个培养皿。各培养皿加入经 3% H₂O₂ 消毒 30 min 的水稻种子 150 粒, 置于 25℃ 恒温箱处理 3、7 d, 测定种子发芽数和根系长度, 计算发芽率和发芽指数, 同时计算发芽率、根长和发芽指数的化感效应指数。

$$\text{发芽率} = \frac{\text{发芽终期正常发芽的种子总数}}{\text{供试种子总数}} \times 100\% \quad (\text{I})$$

$$\text{发芽指数} = \frac{(\text{处理平均发芽率} \times \text{处理平均根长})}{(\text{对照平均发芽率} \times \text{对照平均根长})} \quad (\text{II})$$

基金项目 四川省科技厅科技支撑计划项目 (2015NZ0083); 四川省中医药管理局中医药科学技术研究专项 (2016Q070)。

作者简介 岳彩萍 (1994-), 女, 四川宣汉人, 本科生, 专业: 农学。* 通讯作者, 讲师, 博士, 从事作物高产高效栽培研究。

收稿日期 2016-05-12

化感效应指数 $RI = 1 - C/T (T \geq C)$, $RI = T/C - 1 (T < C)$ (III)

式中 C 为对照值, T 为处理值, $RI > 0$ 为促进作用, $RI < 0$ 为抑制作用, 绝对值的大小与强度一致。

1.3 数据分析 试验数据采用 DPS v. 7.05 版、Microsoft Excel 2010 软件进行统计分析。采用最小显著差数法 (LSD) 检验试验数据的差异显著性水平。

2 结果与分析

2.1 附子秸秆腐解液对水稻种子萌发的影响

表 1 附子秸秆腐解液对水稻种子萌发的影响

Table 1 Effects of decomposition liquids of *Aconitum carmichaeli* Dexb. straw on the seed germination of rice

处理 Treatments	浓度 Concentration	3 d 发芽数 3 d germination number//粒	3 d 发芽率 3 d germination rate//%	7 d 发芽数 7 d germination number//粒	7 d 发芽率 7 d germination rate//%
CK		67.3a	44.8	87.8a	58.5
SBW ₇	原液	—	—	—	—
	25% 稀释液	41.5b	27.7	69.5a	46.3
SBW ₁₅	原液	—	—	57.0b	38.0
	25% 稀释液	33.0b	22.0	66.3a	44.2
SSW ₇	原液	—	—	—	—
	25% 稀释液	33.8b	22.5	70.8a	47.2
SSW ₁₅	原液	—	—	—	—
	25% 稀释液	36.5b	24.3	72.8a	48.5
SW ₇	原液	—	—	—	—
	25% 稀释液	31.3b	20.8	76.5a	51.0
SW ₁₅	原液	—	—	—	—
	25% 稀释液	39.5b	26.3	71.8a	47.8

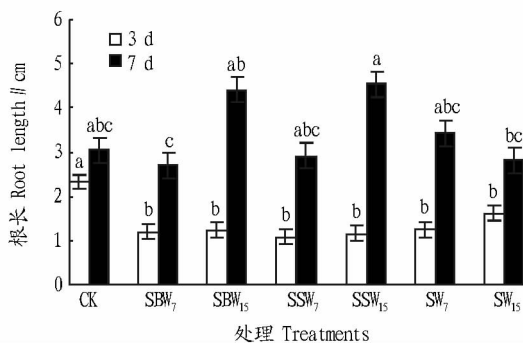
注:小写字母不同表示各处理差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases stand for significant difference ($P < 0.05$).

2.2 附子秸秆腐解液对水稻种子根系长度的影响 在附子秸秆不同腐解原液中只有 SBW₁₅ 处理 7 d 后的种子萌发, 其平均根长为 2.64 cm, 与对照差异不显著。由图 1 可知, 经附子秸秆不同腐解稀释液处理 3 d 后水稻种子的平均根长均显著低于对照 ($P < 0.05$), 平均根长变幅为 1.09 ~ 1.62 cm, 平均根长最短的是 25% SSW₇ 处理, 最长的是 25% SW₁₅ 处理。25% 稀释处理 7 d 后平均根长与对照的差异不显著, 且对水稻种子根长有促进和抑制双重作用, 平均根长的变化差异较大, 平均根长变幅为 2.71 ~ 4.53 cm, 25% SBW₇ 处理的平均根长最短, 25% SSW₁₅ 处理的最长; 与对照相比, 对根长有促进作用的为 25% SBW₁₅、25% SSW₁₅、25% SW₇, 有抑制作用的为 25% SBW₇、25% SSW₇ 及 25% SW₁₅。不同腐解稀释液之间, 处理 3 d 的平均根长无显著差异, 处理 7 d 的平均根长差异较大, 其中 25% SSW₁₅ 显著高于 25% SW₁₅ 及 25% SBW₇, 25% SBW₁₅ 显著高于 25% SBW₇ ($P < 0.05$)。

2.3 附子秸秆腐解液对水稻种子发芽及幼苗生长的化感效应 比较发芽率、根长及发芽指数的化感效应指数 (表 2), 原液中, 除 SBW₁₅ 处理 7 d 外, 其他处理均无种子萌发, 无根系生长, 化感效应指数均为 -1, 表现出完全抑制作用; 除 25% SBW₁₅ 处理外, SBW₁₅ 原液处理 7 d 发芽指数的化感效应指数绝对值比其他稀释处理的化感效应指数绝对值大, 说明该原液处理的化感抑制作用强于其他稀释处理。25% SBW₁₅

知, 除秸秆残茬添加附子土腐解 15 d 原液 (SBW₁₅) 处理 7 d 有 57.0 粒种子萌发, 且显著低于对照 ($P < 0.05$), 其他原液处理均无种子萌发; 25% 腐解稀释液处理 3 d 的种子发芽数显著低于对照 ($P < 0.05$), 而稀释液之间发芽数差异不显著, 发芽数变幅为 31.3 ~ 41.5 粒, 其中 25% SW₇ 处理下发芽数最低, 低于对照发芽数 53.5%; 25% 腐解稀释液处理 7 d 的种子发芽数与对照无显著差异, 发芽数变幅为 66.3 ~ 76.5 粒, 其中 25% SBW₁₅ 处理下发芽数最低, 低于对照发芽数 24.5%。水稻种子发芽率的变化趋势同发芽数一致。



注:小写字母不同表示各处理差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercases stand for significant difference ($P < 0.05$).

图 1 附子秸秆 25% 腐解稀释液处理对水稻种子根系长度的影响
Fig. 1 Effects of 25% diluents of decomposition liquids on the root length of rice

处理 7 d 的根长及发芽指数的化感效应指数为正数, 说明该处理对根长与发芽指数为化感促进作用; 其余各腐解稀释液处理 3 d 的化感效应指数绝对值均比处理 7 d 的大, 表明不同腐解稀释液处理 3 d 的抑制作用比 7 d 强。

3 结论与讨论

前人研究发现小麦、玉米、大豆等作物秸秆会抑制水稻、大豆等作物的种子活力和生长速度^[4,6,8]。该研究中, 附子秸

表 2 附子秸秆腐解液对水稻种子萌发、根系生长及发芽指数的化感效应指数

Table 2 Allelopathic effects of decomposition liquids on seed germination, root length and germination index of rice

处理 Treatments	浓度 Concentration	发芽率 Germination rate		根长 Root length		发芽指数 Germination index	
		3 d	7 d	3 d	7 d	3 d	7 d
CK		—	—	—	—	—	—
SBW ₇	原液	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
	25% 稀释液	-0.38	-0.21	-0.48	-0.11	-0.68	-0.30
SBW ₁₅	原液	-1.00	-0.35	-1.00	-0.13	-1.00	-0.44
	25% 稀释液	-0.51	-0.25	-0.47	0.31	-0.74	0.08
SSW ₇	原液	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
	25% 稀释液	-0.50	-0.19	-0.53	-0.04	-0.77	-0.23
SSW ₁₅	原液	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
	25% 稀释液	-0.46	-0.17	-0.50	-0.50	-0.73	-0.21
SW ₇	原液	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
	25% 稀释液	-0.54	-0.13	-0.46	-0.12	-0.75	-0.02
SW ₁₅	原液	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
	25% 稀释液	-0.41	-0.18	-0.31	-0.08	-0.59	-0.25

秆腐解液对水稻种子萌发的试验表明,原液中除 SBW₁₅ 处理 7 d 外均无种子萌发,无根系生长,可能是由于原液中附子残茬腐解释放的化感物质含量极高,严重抑制了水稻萌发。将附子秸秆腐解液稀释到 25% 后,处理 3 d 水稻种子萌发率及根系长度均显著低于对照 ($P < 0.05$),但处理 7 d 种子萌发率及根系长度与对照相比差异均不显著;各稀释液之间处理 3 d 水稻种子萌发率及根系长度均无显著性差异,但处理 7 d 根系长度差异较大。从化感效应指数分析来看,除 25% SBW₁₅ 处理 7 d 对根长及发芽指数为化感正效应外,其余各腐解稀释液处理 3 d 及 7 d 对根长、发芽率及发芽指数均为化感负效应,且不同腐解稀释液处理 3 d 的抑制作用均比 7 d 强。以上结果表明,随着处理时间的推移,附子秸秆腐解液对水稻种子的抑制作用有所降低,甚至表现出促进作用,这一结果与前人的研究^[4-6]较为一致。分析其原因可能是由于水稻种子前期经过化感物质的作用,得到一定抗逆锻炼,活力提高。

生产实践表明附子—水稻种植模式能有效克服附子连

作障碍,提高附子生产效益^[2],但是该模式下附子秸秆残茬直接还田影响水稻秧苗生长的现象不容忽视。该研究表明,附子秸秆腐解原液对水稻有极强的化感抑制作用,这极有可能是生产上附子秸秆还田后引起水稻僵苗的重要因素。然而,究竟是哪一种或者哪几种化感物质起主要抑制作用及其浓度范围还需进一步研究。

参考文献

- [1] 涂舒. 附子发展现状调查及思考[J]. 南方农业, 2015, 9(9): 110-111.
- [2] 邓琼芳, 王远均, 王艳萍. 江油市水稻—附子套作高效栽培技术[J]. 四川农业科技, 2014(8): 12-13.
- [3] 张重义, 林文雄. 药用植物的化感自毒作用与连作障碍[J]. 中国生态农业学报, 2009, 17(1): 189-196.
- [4] 吴会芹, 董林林, 王倩. 玉米、小麦秸秆水浸提液对蔬菜种子的化感作用[J]. 华北农学报, 2009, 24(S1): 140-143.
- [5] 张琴, 李艳宾, 李勇, 等. 不同腐解方式下棉秆腐解液对棉花种子萌发的化感效应[J]. 种子, 2011, 30(4): 17-21.
- [6] 于建光, 顾元, 常志州. 小麦秸秆浸提液和腐解液对水稻的化感效应[J]. 土壤学报, 2013, 50(2): 349-356.
- [7] 赵祥升, 侯大斌, 甘炳春, 等. 植物激素对附子中生物碱含量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(22): 179-182.
- [8] 李宏, 朱占林, 李志刚, 等. 根茬腐解液对大豆种子活力的影响[J]. 作物杂志, 2006(6): 53-55.

(上接第 3 页)

型。将该模型应用于淮河史灌河流域,结果表明改进的参考作物腾发量计算模型计算结果的空间分布差异显著,更好地反映了地形对 ET_0 空间分布的影响。辐射和 ET_0 随着坡向的变化由南坡至北坡依次减少。该研究结果克服了以前参考作物腾发量计算中多依靠单点资料的缺点,将流域蒸散发的计算推进到面的尺度,经过校正得到的结果也更符合地形的分布,大大提高了流域参考作物腾发量的计算精度。

参考文献

- [1] 刘晓英, 李玉中, 王庆锁. 几种基于温度的参考作物蒸散量计算方法的评价[J]. 农业工程学报, 2006, 22(6): 12-18.
- [2] ALLEN R G, PEREIRA L S, RAES D, et al. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements: Irrigation and drainage

paper 56[M]. Rome, Italy: United Nations Food and Agriculture Organization, 1998.

- [3] WANG W G, PENG S Z, YANG T, et al. Spatial and temporal characteristics of reference evapotranspiration trends in the Haihe River Basin, China [J]. Journal of hydrologic engineering, 2011, 16: 239.
- [4] 傅抱璞. 不同地形下辐射收支各分量的差异与变化[J]. 大气科学, 1998, 22(2): 178-190.
- [5] 曾燕, 邱新法, 刘昌明, 等. 起伏地形下黄河流域太阳直接辐射分布式模拟[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 680-688.
- [6] 傅抱璞. 山地气候[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 61-72.
- [7] 牛振国, 李保国, 张凤荣, 等. 参考作物腾发量的分布式模型[J]. 水科学进展, 2002, 13(2): 303-307.
- [8] 曾燕, 邱新法, 缪启龙. 起伏地形下我国日照时间的空间分布[J]. 自然科学进展, 2003, 13(5): 545-549.
- [9] 杨昕, 汤国安, 王春, 等. 基于 DEM 的山区气温地形修正模型[J]. 地理科学, 2007, 27(4): 525-530.