DOI: 10.3969/j.issn.0488-5368.2025.02.016

·植物保护·

# 添食有效氯防僵粉对家蚕综合经济性状的影响研究

张智勇[1,2],粟思源[1,2],刘俊凤[1,2],肖文福[1,2],胡春梅[1,2],
蒋亚明[1,2],张锦川[1,2],刘彬斌[1,2]
(1.四川省农业科学院蚕业研究所,四川 南充 637000;
2.四川省农业科学院特种经济动植物研究所,四川 南充 637000)

**摘 要**:为探索在养蚕过程中添食防僵粉对家蚕品种性状、健康性、茧丝质量等综合经济性状的影响。2022—2023 年蚕期,以夏秋用品种"造 A×兰 B"为试验材料,根据防僵粉有效氯浓度、混匀情况和桑叶叶面含水情况设置 14 个处理区,研究不同处理对家蚕综合经济性状的影响,以熟石灰处理区为对照。调查家蚕龄期经过,异常病态蚕头数、普茧数、半病态蚕数、结茧头数、产茧量、全茧量、茧层量等指标。结果表明,使用未混匀防僵粉配合干桑叶的试验区会出现家蚕黑色病斑、焦脚、吐水等中毒症状;使用有效氯浓度在 1.00%~4.00%防僵粉配合水桑叶的试验区家蚕均有黑色病斑、焦脚、吐水等中毒症状;而使用有效氯浓度在 1.00%~4.00%防僵粉配合干桑叶的试验区家蚕发育正常。使用纯漂白粉配合干/湿桑叶处理区的家蚕全部中毒死亡;用熟石灰配合干/湿桑叶对照区的家蚕无异常现象发生,蚕体均正常。

**关键词**:家蚕;防僵粉;有效氯;异常现象;干/水桑叶

**中图分类号**:S88-9 **文献标识码**:A **文章编号**:0488-5368(2025)02-0082-07

## Effects of Adding Effective Chlorine Anti-stiff Powder on Comprehensive Economic Traits of Silkworm

ZHANG Zhiyong[1,2], SU Siyuan[1,2], LIU Junfeng[1,2], XIAO Wenfu[1,2],
HU Chunmei[1,2], JIANG Yaming[1,2], ZHANG Jinchuan[1,2], LIU Binbin[1,2]
(1. *Sericultural Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Nanchong, Sichuan* 637000, *China*; 2. *Institute of Special Economic Animals and Plants, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Nanchong, Sichuan* 637000, *China*)

**Abstract**: This study explores the effects of adding anti-stiff powder during the silkworm rearing on the comprehensive economic traits of silkworm varieties, their health, and cocoon silk quality. During the silkworm rearing period from 2022 to 2023, using the summer and autumn variety Zao A × Lan B as experimental materials, 14 treatment zones were set up based on the effective chlorine concentration of anti-stiff powder, mixing conditions, and moisture content of mulberry leaves. The effects of different treatments on silkworm economic traits were studied, using the hydrated lime treatment zone as the control. The results showed that unmixed anti-stiff powder combined with dry mulberry leaves caused toxic symptoms, including black spots, scorched feet, and vomiting, which negatively impacted silkworm feeding performance. The experimental area using anti-stiff powder with an effective chlorine concentration of 1.00%~4.00% combined with wet mulberry leaves also exhibited toxic symptoms, significantly affecting silkworms. In contrast, silkworms reared with dry mulberry leaves under similar conditions showed normal development and feeding. All silkworms exposed to pure bleaching pow-

**收稿日期**:2024-07-08 **修回日期**:2024-08-15
**基金项目**:四川蚕桑创新团队"特种蚕品种资源与遗传育种研究岗位"(sccxtd-2025-17);国家蚕桑产业技术体系(CARS-18);四川省"十四五"农作物及家畜育种攻关项目"突破性蚕桑麻育种材料和方法创新及新品种选育"(2021YFY20024);四川省农业科学院"1+9"揭榜挂帅科技攻关项目(1+9KJGG004)。
**第一作者简介**:张智勇(1989-),男,助理研究员,主要从事家蚕育种及配套技术研究;粟思源为共同第一作者。
**通信作者**:刘彬斌。

der combined with dry or wet mulberry leaves were poisoned and died. Hydrated lime combined with dry or wet mulberry leaves in the control area showed no abnormalities, and silkworms developed normally

**Key words**: Silkworm; Anti - stiff powder; Effective chlorine; Abnormal phenomena; Dry/Wet mulberry leaves

漂白粉与石灰是养蚕中常用的消毒药剂,对蚕病中病原微生物有强烈的杀灭作用,主要用于蚕室、蚕具、蚕体和蚕座的消毒,也可用于干燥、隔离家蚕废弃物,在养蚕生产中,它们是不可或缺的物资。由漂白粉与熟石灰配制而成的含3%有效氯浓度的漂白粉防僵粉,对家蚕真菌病、血液型脓病、中肠型脓病、病毒性软化病等防治效果较好,对家蚕细菌病、微粒子孢子也有一定的防治作用[1~3]。然而,在使用过程中,往往对有效氯浓度的测算不准确,浓度过大会导致蚕中毒死亡,浓度过小则无法有效杀灭病原微生物。因此,探明有效氯防僵粉的配比和使用,对确保家蚕健康安全的生长发育,获得蚕茧丰产丰收具有重要意义。常见的家蚕防僵药剂有漂白粉液、漂白粉防僵粉、防病一号、复方402防僵粉、多霉尽、敌僵灵等,其配套使用方法较为成熟[4~9]。然而,在养蚕过程中因有效氯防僵粉使用不规范,导致饲养的家蚕出现黑色病斑、焦脚、吐水、死亡等中毒现象,尚未见相关报道。因此本所科研人员于2022—2023年秋蚕期从有效氯浓度、粉末混匀情况、干湿桑叶三个方面进行添食有效氯防僵粉对家蚕综合经济性状影响对比试验。探明在有效氯防僵粉使用过程中,出现色黑色病斑、焦脚、吐水、死亡、饲育成绩下降等异常情况的原因,为蚕农合理使用有效氯防僵粉提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 试验材料来源 试验所用蚕品种“造A×兰B”由四川省农业科学院蚕业研究所保育;桑叶由四川省农业科学院蚕业研究所桑园场提供;漂白粉(有效氯含量28%)与石灰购于罗江县云龙化工有限公司。

1.1.2 试验材料配制 新鲜熟石灰:生石灰 $CaO$ 遇水成为熟石灰 $Ca(OH)_2$,生石灰加水(生石灰:水约为3:1)快速混合,充分反应冷却后为新鲜熟石灰,装入密封容器中备用[10]。

漂白粉防僵粉:根据试验需要对漂白粉稀释到一定的有效氯浓度(稀释倍数=(原粉浓度-目的浓度)/目的浓度[11,12]),以有效氯浓度称取相应份数的漂白粉和熟石灰粉充分混合即为防僵粉,防僵粉现配现用。防僵粉的混匀情况设置两种,①充分混合的防僵粉:以有效氯浓度称取适量漂白粉和熟石灰倒一起,手翻动混合10次再用密筛过筛10次;②未充分混合的防僵粉:以有效氯浓度称取适量漂白粉和熟石灰倒一起,手翻动混合10次。

桑叶叶面含水量设置以下两种,①晾干的桑叶:桑叶从桑园采摘回来放储藏室摊开晾干;②水桑叶:用喷壶喷湿晾干桑叶叶面,将桑叶拿起叶尖滴水为宜,模拟露水桑叶、雨天采摘的桑叶以及清洗后脱干时间不够的桑叶。

### 1.2 试验方法

1.2.1 一到四龄蚕饲育处理 收蚁时称取5 g蚁蚕,1~2龄温度27~28 ℃,湿度85%~90%,给予适熟偏嫩桑叶;3~4龄温度24~25 ℃,湿度75%~80%,给予正常桑叶。饲育至4龄起24~36 h确定蚕头数,每区200头共42区,正常饲育至5龄起。

1.2.2 五龄蚕饲育处理 根据漂白粉防僵粉有效氯浓度、粉末混匀情况、桑叶叶面含水量设置14个处理区(如表1)。$T_1$~$T_3$ 添食晾干的桑叶,$T_4$~$T_{14}$ 添食充分混匀的漂白粉防僵粉。$T_1$~$T_3$ 连续5 d每天消毒一次;$T_4$~$T_{14}$,仅第3天早上进行处理,其余时间用熟石灰消毒;所有处理每天除沙一次,用筛网撒灰以体表呈一层薄霜为度。

表1 各处理的具体设置

| 处理区 | 设置情况 | 处理区 | 设置情况 |
|---|---|---|---|
| $T_1$ | 3%有效氯浓度+充分混匀 | $T_8$ | 3%有效氯浓度+晾干桑叶 |
| $T_2$ | 3%有效氯浓度+未充分混匀 | $T_9$ | 3%有效氯浓度+水桑叶 |
| $T_3$ | 纯熟石灰(0%有效氯浓度) | $T_{10}$ | 4%有效氯浓度+晾干桑叶 |
| $T_4$ | 1%有效氯浓度+晾干桑叶 | $T_{11}$ | 4%有效氯浓度+水桑叶 |
| $T_5$ | 1%有效氯浓度+水桑叶 | $T_{12}$ | 纯漂白粉(28%有效氯浓度)+晾干桑叶 |
| $T_6$ | 2%有效氯浓度+晾干桑叶 | $T_{13}$ | 纯漂白粉(28%有效氯浓度)+水桑叶 |
| $T_7$ | 2%有效氯浓度+水桑叶 | $T_{14}$ | 纯熟石灰(0%有效氯浓度)+水桑叶 |

1.2.3　簇中处理　塑料折簇适熟、稀上，簇室上簇初期温度 25～25.5 ℃，带茧壳形成后降至 24 ℃，簇中相对湿度 70%～75%，注意通风换气，光线均匀、昏暗，第 7 天采茧，第 8 天调查。

### 1.3　调查项目

试验蚕头数、普茧率、双宫茧率、半病茧态率、结茧率、死笼率、对四龄健蛹率、全茧量、茧层率等指标。

### 1.4　数据统计与分析

采用 WPS 2022 进行数据统计。运用 SPSS 23.0 进行单因素方差分析，多重比较采用 LSD 法，$P\leqslant 0.05$ 表示差异显著，结果用平均数±标准差（x±s）表示。采用 Origin 2021 软件绘制热图。

## 2　结果与分析

### 2.1　相同有效氯浓度不同混匀情况调查分析

表 2　相同有效氯浓度不同混匀情况试验的饲育成绩

| 处理 | 处理后的状态 | 蚕头数/头 | 普茧率/% | 同宫茧率/% | 半病态茧率/% | 结茧率/% | 死笼率/% | 对四龄蚕健蛹率/% | 全茧量/g | 茧层率/% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_1$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 93.44±1.48a | 4.14±1.31a | 2.42±0.35a | 96.33±2.03a | 1.04±0.02a | 95.29±2.05a | 1.94±0.04a | 22.26±0.09a |
| $T_2$ | 正常 | 166.67±6.81b | 89.25±2.54a | 2.90±1.85a | 7.86±2.69ab | 95.36±1.47a | 2.07±2.74 a | 93.29±1.78a | 1.75±0.05 b | 22.39±0.23a |
| $T_2$ | 异常 吐水 | 45.33±13.31d | 57.93±2.67b | 4.18±4.01a | 37.89±1.64c | 81.22±2.25b | 0.81±0.70a | 80.41±1.65b | 1.50±0.4c | 21.77±0.66a |
| $T_2$ | 异常 烧伤 | 75.00±6.56c | 75.43±11.71a | 4.73±5.74a | 19.84±5.98b | 94.31±1.55a | 3.22±3.76a | 91.09±5.30a | 1.58±0.01c | 21.50±1.47a |
| $T_2$ | 异常 烧伤+吐水 | 13.00±4.00e | 45.99±15.11b | 0.00±0.00a | 54.01±15.11d | 74.49±4.61c | 2.64±1.24a | 71.85±3.76c | 1.21±0.18d | 21.47±0.16a |
| $T_3$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 94.56±1.20a | 3.71±2.11a | 1.26±0.20a | 96.67±1.67a | 1.03±1.79a | 94.85±1.23a | 1.94±0.07a | 22.16±0.12a |

注：同列不同小写字母表示 $P<0.05$ 水平差异显著相关，表 2 中第二列状态为试验处理后蚕体表现出来的具体状态。下同。

从表 2 可以看出，不同处理后家蚕的具体状态（正常、烧伤、吐水）及各状态的蚕头数、普茧率、结茧率、茧层率等 9 个指标的变化。蚕头数：各处理为 45.33～300.00 头，其中 $T_1$ 和 $T_3$ 处理后家蚕均为正常，数量是 300 头；$T_2$ 处理家蚕出现 4 种状态即正常、烧伤（黑色病斑与焦脚）、吐水、烧伤（黑色病斑与焦脚）+吐水，其数量分别为 166.67 头、75.00 头、45.33 头、13.00 头，总数为 300.00 头，烧伤情况为轻者点状黑色病斑、重者片状黑色病斑，也有焦脚的情况，黑色病斑与焦脚多有同时出现，因此在饲育过程中未作细分皆算烧伤；$T_1$ 与 $T_3$ 之间无差异，$T_2$ 各状态之间差异明显且与 $T_1$ 和 $T_3$ 差异显著；$T_2$ 处理家蚕正常与异常（烧伤、吐水、烧伤+吐水）约为 5 比 4，表明使用未混匀的防僵粉进行消毒对蚕体的影响较大。普茧率：各处理为 45.99%～94.56%，$T_3$ 最高，$T_2$（烧伤+吐水）最低，$T_1$、$T_2$（正常）、$T_2$（烧伤）、$T_3$ 之间无差异，$T_2$（吐水）、$T_2$（烧伤+吐水）二者无差异与其它成绩差异显著，表明蚕体吐水其普茧率变化明显。半病态茧率：处理为 1.26%～54.01%，$T_2$（烧伤+吐水）最高，$T_2$（吐水）次之，$T_3$ 最低，$T_1$ 次之，二者之间无差异，异常状态之间以及与正常状态之间差异显著，表明蚕体异常对半病态茧率影响明显，且蚕体烧伤+吐水的影响最为显著。结茧率：处理为 74.49%～96.67%，$T_3$ 最高，$T_1$、$T_2$（正常）、$T_2$（烧伤）次之，四者之间无差异，$T_2$（烧伤+吐水）最低，$T_2$（吐水）次之，二者之间、二者与前四者之间差异明显，表明蚕体烧伤对结茧率影响不明显，而蚕体吐水对结茧率影响明显。对四龄健蛹率：处理为 71.85%～95.29%，$T_1$ 最高，$T_3$、$T_2$（正常）、$T_2$（烧伤）次之，四者之间无差异，$T_2$（烧伤+吐水）最低，$T_2$（吐水）次之，二者之间、二者与前四者之间差异明显，表明蚕体烧伤对四龄健蛹率影响不明显，而蚕体吐水对四龄健蛹率影响明显，且蚕体烧伤+吐水的影响最为显著。全茧量：处理为 1.21～1.94 g，$T_3$ 最高，$T_1$ 次之，$T_2$（烧伤+吐水）最低，除 $T_1$ 与 $T_3$ 之间、$T_2$（烧

伤)与 $T_2$(吐水)之间无差异之外各数据之间差异明显,表明用未混匀的防僵粉对蚕体进行消毒会对全茧量产生显著影响,影响程度依次为 $T_2$(烧伤+吐水)>$T_2$(吐水)>$T_2$(烧伤)>$T_2$(正常)。同宫茧率、死笼率和茧层率各处理为 0.00%~4.73%,0.81%~3.22%,21.50%~22.39%,同宫茧率、死笼率和茧层率处理间差异不显著。

### 2.2 不同有效氯浓度配合干桑叶/水桑叶情况调查分析

**表 3 同有效氯浓度配合干桑叶/水桑叶情况试验的饲育成绩**

| 处理 | 处理后的状态 | 蚕头数/头 | 普茧率/% | 同宫茧率/% | 半病态茧率/% | 结茧率/% | 死笼率/% | 对四龄蚕健蛹率/% | 全茧量/g | 茧层率/% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $T_3$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 94.56±1.20ab | 3.71±2.11ab | 1.26±0.20a | 96.67±1.67a | 1.03±1.79ab | 94.85±1.23a | 1.94±0.07a | 22.16±0.12ab |
| $T_4$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 96.79±1.31a | 0.95±0.42b | 2.26±1.04ab | 93.67±1.00abc | 0.72±0.62abb | 92.95±1.57ab | 1.93±0.04a | 22.03±0.25ab |
| $T_5$ | 正常 | 170.33±13.32c | 88.55±1.40bcd | 4.25±1.43ab | 7.20±1.01ab | 91.75±1.69bcd | 0.73±0.63ab | 91.02±2.15ab | 1.84±0.03ab | 21.39±0.20a |
| | 异常 | 129.67±13.32e | 80.50±4.27ef | 4.86±2.63a | 14.64±4.94de | 84.47±2.42ef | 6.34±2.81ab | 78.14±4.39c | 1.58±0.06d | 22.79±0.48c |
| $T_6$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 95.33±1.23ab | 0.47±0.40b | 4.20±1.60ab | 95.22±0.51ab | 1.05±1.06ab | 94.17±1.44ab | 1.89±0.03a | 22.06±0.10ab |
| $T_7$ | 正常 | 144.33±7.02d | 86.32±1.12cde | 4.13±0.90ab | 9.55±1.97cd | 89.56±2.27de | 2.96±1.66ab | 86.60±2.12b | 1.80±0.03bc | 21.73±0.23a |
| | 异常 | 155.67±7.02d | 71.60±3.40g | 4.17±0.95ab | 24.22±3.17f | 82.31±2.76gh | 11.42±7.00 c | 70.89±8.69d | 1.48±0.04e | 21.44±0.14a |
| $T_8$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 94.48±1.84ab | 0.94±0.42b | 4.58±1.55ab | 94.67±0.88fg | 0.70±0.60ab | 93.97±0.31ab | 1.94±0.03a | 21.84±0.40ab |
| $T_9$ | 正常 | 123.33±6.66e | 84.36±4.98abcd | 1.25±1.09b | 14.39±5.71de | 86.82±1.80ef | 0.39±0.68a | 86.43±2.35b | 1.80±0.03bc | 21.81±0.27ab |
| | 异常 | 176.67±6.66c | 62.54±3.30h | 2.47±0.86ab | 34.99±2.68g | 76.66±2.40i | 5.15±3.83ab | 71.51±2.45d | 1.33±0.03f | 22.51±0.10bc |
| $T_{10}$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 92.25±2.02abc | 0.98±0.41b | 6.77±2.43ab | 90.44±1.02bcde | 0.73±0.63ab | 89.71±0.47ab | 1.88±0.03a | 21.63±0.12a |
| $T_{11}$ | 正常 | 91.00±8.00f | 79.28±5.15f | 3.60±1.28ab | 17.12±3.96e | 80.18±2.08h | 0.84±0.73ab | 79.33±2.78c | 1.72±0.04b | 21.40±0.07a |
| | 异常 | 209.00±8.00b | 61.25±3.98h | 0.48±0.83b | 38.27±3.78g | 68.11±1.40j | 7.83±2.22bc | 60.28±2.69e | 1.28±0.04f | 21.65±0.58a |
| $T_{12}$ | 全部死亡 | 300±0.00a | – | – | – | – | – | – | – | – |
| $T_{13}$ | | 300±0.00a | – | – | – | – | – | – | – | – |
| $T_{14}$ | 均为正常 | 300.00±0.00a | 94.83±2.07ab | 3.45±1.80ab | 1.73±0.36a | 96.44±1.64a | 0.69±0.60ab | 95.76±1.40a | 1.93±0.04a | 21.94±0.18ab |

从表 3 可以看出，蚕头数：各处理为 91.00～300.00 头；添食晾干的桑叶的处理蚕头数均为 300 头，用纯漂白粉处理时家蚕全部死亡，其余处理蚕体正常。添食水桑叶处理：有效氯浓度在 1%～4% 的时候出现部分蚕体烧伤的情况，烧伤如图 1 所示，轻者点状黑色病斑、重者片状黑色病斑，也有焦脚的情况，黑色病斑与焦脚多有同时出现，因此在饲育过程中未作细分皆算烧伤，家蚕烧伤后家蚕能够正常结茧、化蛹、产卵，只是蚕茧大小开差较大；纯熟石灰处理时 300 头家蚕全部正常，纯漂白粉处理时 300 头家蚕全部死亡。普茧率：各处理为 61.25%～96.79%，$T_4$ 最高，$T_{11}$（异常）最低，$T_9$（异常）次之，两者显著低于其余成绩；随着有效氯浓度升高普茧率成绩越低，添食干桑叶>水桑叶，蚕体正常>蚕体异常。同宫茧率：各处理为 0.47%～4.86%，$T_5$（异常）最高，$T_6$ 最低，$T_6$、$T_{11}$（异常）、$T_8$、$T_4$、$T_{10}$、$T_9$ 与 $T_5$（异常）差异显著，其余成绩之间无差异。半病态茧率：处理为 1.26%～38.27%，$T_{11}$（异常）最高，$T_9$（异常）次之，两者显著高于其余成绩，$T_3$ 最低；随着有效氯浓度升高半病态茧率成绩越高，总体呈现出添食纯石灰<干桑叶<水桑叶，蚕体正常<蚕体异常。结茧率：处理为 68.11%～96.67%，$T_3$ 最高，$T_{14}$ 次之，$T_{11}$（异常）最低，显著低于其余成绩；添食水桑叶时，随着有效氯浓度升高结茧率成绩越低。死笼率：处理为 0.39%～11.42%，$T_7$（异常）最高，$T_{11}$（异常）次之，两者之间无差异，$T_7$（异常）显著高于其余成绩，$T_9$（正常）最低，与 $T_7$（异常）、$T_{11}$（异常）差异显著，与其余各成绩之间无差异；蚕体出现异常状态时其死笼率偏高。对四龄健蛹率：处理为 60.27%～95.76%，$T_{14}$ 最高，$T_{11}$（异常）最低，显著低于其他成绩；添食水桑叶时，随着有效氯浓度升高对四龄健蛹率成绩越低；蚕体出现异常状态时其对四龄健蛹率偏低。全茧量：处理为 1.28 g～1.94 g，$T_8$ 最高，$T_{11}$（异常）最低，$T_9$（异常）次之，显著低于其他成绩；添食水桑叶时，随着有效氯浓度升高全茧量成绩越低，全茧量大体呈现出纯石灰>干桑叶>水桑叶，蚕体正常>蚕体异常。茧层率：处理为 21.39%～22.79%，$T_5$（异常）最高，$T_5$（正常）最低；不同有效氯浓度配合干桑叶/水桑叶情况试验对茧层率的影响无明显趋势。

### 2.3 不同处理的分组聚类热图分析

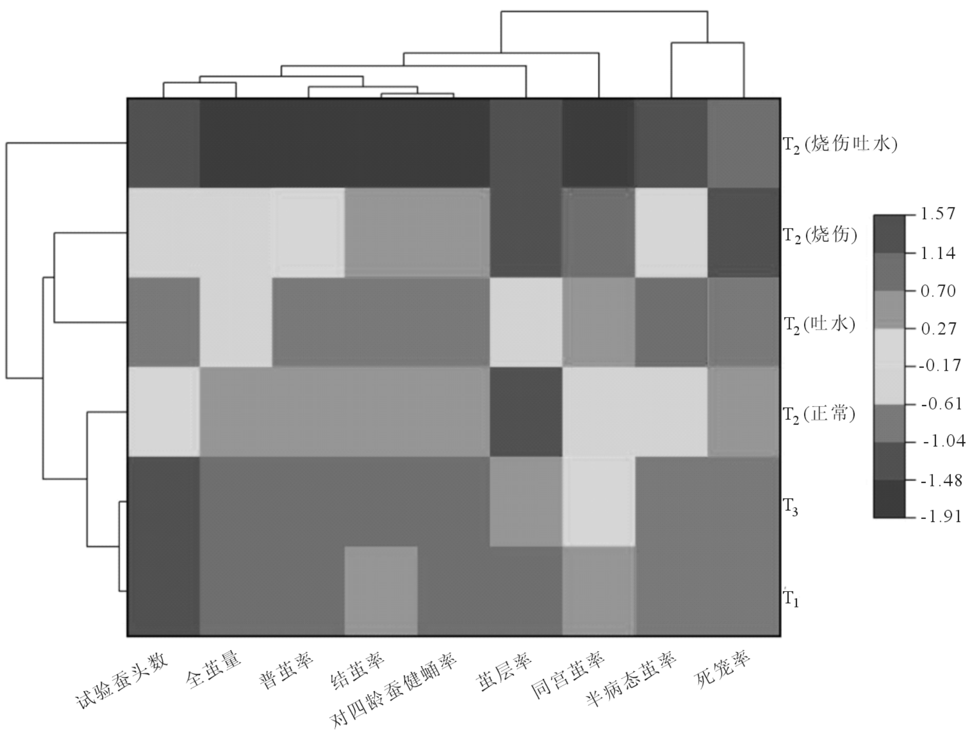


**图 1 相同有效氯浓度不同混匀情况试验各处理 9 个性状指标的热图分析**

依据相同有效氯浓度不同混匀情况试验各处理 9 个性状指标进行聚类热图分析，结果表明，各处理的各个指标差异很大，导致各处理间各性状指标的动态变化不同（图 1）。聚类热图分析的结果表明，在不同组中各性状有明显差异，一共分为四簇，其中簇 1 为 $T_1$ 和 $T_3$；簇 2 为 $T_2$（正常）；簇 3 为

$T_2$(吐水)和$T_2$(烧伤);簇4为$T_2$(烧伤+吐水),各簇之间性状指标差异显著,$T_1$和$T_3$与$T_2$(烧伤+吐水)之间的差别最大。分析可知添食混匀的漂白粉防僵粉与纯石灰之间无明显差别;添食未混匀的漂白粉防僵粉与混匀的漂白粉防僵粉以及纯石灰之间差别明显,各异常情况间差别同样明显。

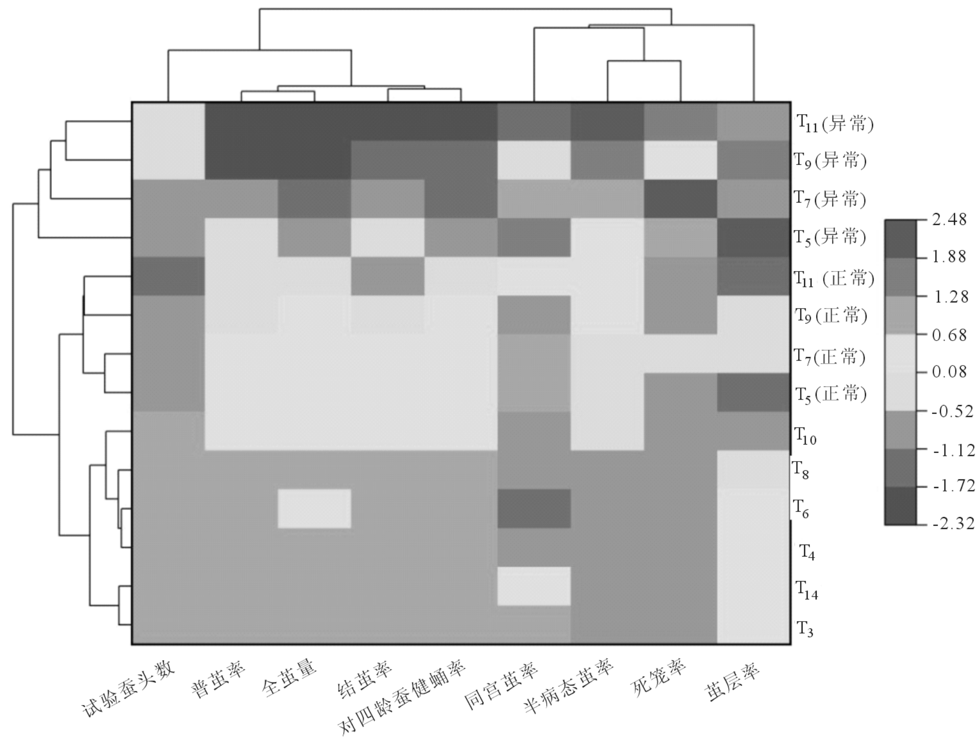


**图2 不同有效氯浓度配合干桑叶/水桑叶情况试验各性状指标的热图分析**

依据不同有效氯浓度配合干桑叶/水桑叶情况试验各处理(除$T_{12}$和$T_{13}$)9个性状指标进行聚类热图分析,结果表明,各处理的各个指标差异很大,导致各处理间各性状指标的动态变化不同(图2)。聚类热图分析的结果表明,在不同组中各性状有明显差异,一共分为四簇,其中簇1为$T_3$和$T_{14}$;簇2为$T_4$、$T_6$、$T_8$、$T_{10}$;簇3为$T_5$(正常)、$T_7$(正常)、$T_9$(正常)、$T_{11}$(正常);簇4为$T_5$(异常)、$T_7$(异常)、$T_9$(异常)、$T_{11}$(异常),各簇之间性状指标差异显著。分析可知纯石灰添食干桑叶和水桑叶之间无明显差别;不同有效氯浓度配合干桑叶各处理之间无明显差别;不同有效氯浓度配合水桑叶,处理后蚕儿均出现正常与异常两个状态,正常与异常状态之间差别明显,各正常、异常之间差别同样明显。

## 3 讨论

### 3.1 未混匀的有效氯防僵粉对家蚕的影响

试验结果表明连续使用未混匀的有效氯防僵粉会造成家蚕蚕体出现黑色病斑、焦脚、吐水等中毒异常情况,这一结论与杨卫关于漂白粉防僵粉混合不均、喷洒不均会造成家蚕中毒的说法一致[13]。家蚕通过马氏管、气门、体壁排出水分[14],水遇漂白粉会发生反应产生次氯酸,次氯酸不稳定,光照下极易分解产生氧气、氯气、盐酸等[15,16],盐酸具有强烈的腐蚀性,局部高浓度会灼烧家蚕体壁,家蚕摄入过量的氯化物会丧失食欲和吐水[17],这可能是连续使用未混匀的有效氯防僵粉造成家蚕中毒的原因。有时桑叶未食尽就喷洒,即使其勉强生长发育至上簇,也会发生不结茧或蚕茧畸形的情况,从而影响蚕茧的产量和质量[17]。这一点与连续使用未混匀的有效氯防僵粉造成家蚕普茧率、半病态蚕率、结茧率、对四龄健蛹率、全茧量等饲育成绩产生显著变化的试验结果一致。

### 3.2 不同有效氯浓度的防僵粉配合水桑叶处理对家蚕生长发育的影响

试验时用纯漂白粉作为防僵粉使用,无论是添食水桑叶还是干桑叶,施用后的家蚕全部中毒死亡,这与卢蕴良的直接撒原粉会产生强烈中毒结论一致[18]。添食水桑叶时,漂白粉中的有效氯浓度的高低直接影响饲养区家蚕的中毒比例、程度以及饲育成绩,这是由于漂白粉中的氯遇水产生的盐酸,盐酸具有强烈的腐蚀性,局部高浓度会灼烧家蚕体壁,家蚕摄入过量的氯化物会中毒。这与周文华、常文勇等防僵粉有效氯浓度过高、桑叶过湿会

造成家蚕中毒的观点一致[19,20]。在不同有效氯浓度的漂白粉防僵粉配合水桑叶的试验中，家蚕氯化物的摄入量偏低，虽然不会造成家蚕中毒现象，但会影响家蚕的强健性。同时家蚕的附肢（胸足、腹足、尾足）主要起进食、爬行、结茧等作用[21]，灼伤的附肢也可能影响饲育家蚕的强健性。由于本试验的规模和品种有限，试验结果具有一定的倾向性，需要后期扩大试验规模和增加试验品种做进一步比较研究。

### 3.3　有效氯防僵粉的使用方法

掌握有效氯防僵粉安全浓度，大面积使用小蚕期 2%，大蚕期 3%。配制浓度要标准，熟石灰与漂白粉在自然条件下不易储存，有效成分易与空气中的物质发生反应，使用前一定要正确测定有效氯含量，再进行目的浓度的配比，配制时确保充分混匀，现配现用。注意喷洒时间，桑叶吃尽后喷洒以防食下，眠蚕和熟蚕时不要喷洒。注意使用次数，一般情况，小蚕期起蚕添加一次，大蚕每日一次，见僵蚕时，可一日三次，到没有蚕病再恢复一日一次，用筛网喷洒以体表呈一层薄霜为度，待消毒 10 min 后添食桑叶。桑叶的选择，添食晾干的新鲜桑叶，雨水桑叶和露水桑叶一定要晾干后再添食[22~26]。

## 4　结论

使用未混匀的漂白粉防僵粉+晾干的桑叶会造成家蚕蚕体出现黑色病斑、焦脚、吐水等中毒症状，这将对家蚕的饲育成绩产生不利影响；使用混匀漂白粉防僵粉时，添食水桑叶会造成家蚕中毒，中毒症状表现为黑色病斑和焦脚，这将显著影响家蚕的饲育成绩；添食晾干桑叶时，各处理间蚕体及饲育成绩无明显差异；使用纯漂白粉处理家蚕家蚕全部中毒死亡。

**参 考 文 献：**


[1]　陈端豪. 不同蚕体、蚕座消毒剂的防僵效果比较[J]. 蚕桑通报，1984(2)：50-52.

[2]　吴建文，张明海，刘选银. 石灰在蚕病防治上的用途及使用方法[J]. 蚕学通讯，2020，40(3)：23-25.

[3]　梁振中. 家蚕防病消毒药物研究[J]. 安徽农业科学，2006(10)：2 176.

[4]　张磊，刘震，傅承玉. "防僵灵Ⅱ号"对家蚕真菌病的防治效果研究[J]. 安徽农业科学，2007(26)：8 261.

[5]　谭智达，孔令汶，范惠莲，等. 蚕体蚕座防僵消毒剂敌僵灵的研究[J]. 蚕业科学，1995(1)：38-41.

[6]　沈以沧，杨妙春，吕金火，等. 蚕体蚕座消毒剂——复方 402 防僵粉的研究[J]. 蚕业科学，1985(1)：42-48.

[7]　王进，夏耀，付凤玲，等. 蚕用多霉净防僵粉研究[J]. 蚕业科学，1991(1)：14-18.

[8]　卢铿明，徐兴耀，廖富萍，等. 新型蚕体蚕座消毒剂复方蚕座净的研究[J]. 蚕业科学，1993(2)：91-99.

[9]　褚培春，李瑞，吉惠梅. 家蚕僵病流行条件下的几种防僵药剂应用效果比较[J]. 江苏蚕业，2003(3)：17-18.

[10]　张智勇，刘俊凤，粟思源，等. 不同有效成分的石灰消毒防病效果的比较试验[J]. 四川蚕业，2021，49(4)：32-34.

[11]　白桂英. 蚕体蚕座防病消毒剂的配制方法[J]. 河北农业科技，1990(8)：21.

[12]　张新春. 漂白粉在养蚕制种生产中的应用[J]. 四川蚕业，2014，42(1)：39-40.

[13]　杨卫，李玲利，李宏. 农村养蚕消毒防病存在的问题及解决办法[J]. 云南农业科技，2008(S1)：80-81.

[14]　中国农业科学院蚕业研究所，江苏科技大学. 中国养蚕学[M]. 上海：上海科学技术出版社，2020：162-163.

[15]　李畅. 饲喂漂白粉液浸消叶对蚕体生理及肠道产酶菌的影响[D]. 重庆：西南大学，2018.

[16]　王隆成. 漂白粉消毒原理的探讨[J]. 蚕业科学，1980(3)：197-198.

[17]　浙江大学. 家蚕病理学[M]. 北京：中国农业出版社，2001：189-192，207-210.

[18]　卢蕴良，黄自然，卢铿明. 蠶病的消毒防毒方法[J]. 广东蚕丝通讯，1964(4)：37-41.

[19]　周文华，李子文. 养蚕消毒要精细[J]. 中国民兵，1997(6)：43.

[20]　常文勇，徐善亭. 蚕桑生产中导致家蚕中毒的原因及预防[J]. 中国蚕业，2022，43(3)：65-67.

[21]　冯丽春，沈卫德. 蚕体解剖生理学[M]. 北京：高等教育出版社，2015：13-14.

[22]　李正多. 漂白粉消毒应注意的一些问题[J]. 广西蚕业，2009，46(2)：12-14.

[23]　刘永焰. 用漂白粉消毒要注意扬长避短[J]. 陕西蚕业，1985(3)：11.

[24]　姚思章. 漂白粉液蚕体消毒——试验(初报)[J]. 四川蚕业，1989(1)：24-27.

[25]　中国农业科学院蚕业研究所保护系. 彻底消毒严防蚕病[J]. 蚕桑通报，1960(3)：9-10.

[26]　余文忠. 养蚕如何使用漂白粉[J]. 农村经济与技术，2001(5)：45.