

# 杀菌剂三唑酮在我国农业中的应用研究进展

张培志, 何 田, 吴 瑛

(浙江科技学院 生物与化学工程学系, 浙江 杭州 310023)

**摘 要:** 对三唑酮在我国小麦、水稻、玉米、水果、蔬菜、草坪、花卉、树木等方面的应用进行了综述。三唑酮可用于防治小麦的纹枯病、全蚀病、白粉病、根腐病和水稻的稻瘟病、稻叶尖枯病、稻曲病、黑粉病等多种病害。另外, 三唑酮还是一种甾醇抑制剂和植物生长调节剂, 在与一些农药混配后具有协同增效作用。

**关键词:** 三唑酮; 杀菌剂; 农业; 研究进展

**中图分类号:** S435

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2004)01-0028-07

三唑酮(Triadimefon) 又称粉锈宁、百理通, 化学名 1-(4-氯苯氧基)-3,3-二甲基-1-(1,2,4-三唑-1-基)-2-丁酮, 由德国 Bayer 公司于 20 世纪 70 年代初研制的一种高效、低毒、低残留、持效期长、内吸性强的广谱性杀菌剂, 在农业中的应用非常广泛, 当它被植物体吸收后, 能在植物体内传导。三唑酮对小麦白粉病、锈病、黑穗病及玉米丝黑穗病、圆斑病等的防治效果极佳, 对麦类全蚀病、云纹病、黑穗病、根腐病, 以及瓜类、果树、蔬菜、花卉等的白粉病等均有较高的防治效果, 它还可与多种杀菌剂、杀虫剂、除草剂混用, 具有协同增效作用。

## 1 三唑酮在粮食作物上的应用

### 1.1 三唑酮对小麦病害的防治

内吸性杀菌剂三唑酮广泛用于小麦, 可有效防治土壤中和地上部多种病菌对小麦种苗的侵染和危害。

1.1.1 三唑酮对小麦纹枯病的防治作用 檀根甲等<sup>[1]</sup>在防治小麦纹枯病有效药剂的筛选及其应用技术方面作了研究。认为单剂拌种以三唑酮防治效果较好, 其拔节期防治效果为 75.80%, 且持效期最长, 混剂拌种以福美双+三唑酮的防治效果最好, 拔节期防治效果为 95.09%; 拔节期药剂喷雾的防治效果差异虽然较小, 但都低于同种药剂拌种; 药剂拌种+春季喷雾 1 次, 以三唑酮拌种+三唑酮喷雾的防治效果较好。

1.1.2 三唑酮对小麦全蚀病的防治作用 小麦全蚀病在苗期导致根部变黑腐烂、成熟期引起白穗, 是麦类根部的重要病害之一, 化学防治小麦全蚀病尚有困难。目前, 防治效果较好的农药就是三唑类杀菌剂。三唑酮缓释剂和三唑酮·多菌灵缓释剂对小麦全蚀病的防治效果均高于单剂三唑酮防治效果和保产效果<sup>[2]</sup>。田昌平等<sup>[3]</sup>应用三唑酮防治小麦全蚀病效果达 46.7%~84.1%, 不同方法重复施药, 可提高防治效果。

1.1.3 三唑酮对小麦白粉病的防治作用 三唑酮处理小麦种子具有推迟小麦白粉病发病期、降低流行程度和增加千粒重的作用, 其直接效果在于压低了病害流行的初始菌量<sup>[4]</sup>。经 3 年大面积示范试验, 三唑酮拌种防治宁夏灌区小麦白粉病的防治效果若以普遍率计算在 82% 以上, 若以病情指数计算在 95% 以上, 防治效

收稿日期: 2003-09-01

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(201004)

作者简介: 张培志(1962—), 女, 浙江杭州人, 教授, 研究方向为配位化学和应用化学。何 田, 吴 瑛系浙江科技学院生物与化学工程学系 2004 届本科生。

果明显<sup>[5]</sup>。马志强等<sup>[6]</sup>利用小株法和叶段法进行小麦白粉菌对三唑酮抗药性监测,发现已进入抗药性发展初期。由于近年春旱抑制发病而抗药性发展很慢,一旦白粉病有中度以上流行条件,大面积连续用药即会发生抗药性,使防治失效而威胁生产,故要求尽早治理。腈菌唑与三唑酮复配防治小麦白粉病菌的最佳配比为1:5,可完全控制小麦白粉病的危害,其处理对小麦安全,对小麦其他病害有明显兼治作用,有较高的推广价值<sup>[7]</sup>。李健强<sup>[8]</sup>筛选出用于小麦种子包衣的三唑酮种衣剂单剂配方,填补了我国三唑酮剂型中尚无种衣剂的空白。三唑酮种衣剂包衣处理对小麦幼苗上白粉菌初生芽管、附着胞芽管的萌发及成熟附着胞的形成无影响,但能使附着胞畸形率提高,抑制初生吸器原体的形成和指状体的发育,降低入侵率。杨峻<sup>[9]</sup>等采用组织病理学染色技术,观察和测定了三唑酮种衣剂包衣处理的小麦幼苗上白粉病菌孢子萌发、侵染的发展过程,阐明了三唑酮种衣剂包衣处理在降低小麦白粉病菌的初始菌源数量和控制白粉病的流行危害中意义重大。

1.1.4 三唑酮对白穗病的防治作用 田间防治及室内生物测定结果表明,三唑酮不仅对小麦病原菌(主要为全蚀病菌和根腐离蠕孢菌)抑菌效果好,而且对小麦苗期生长有良好的调节作用<sup>[11,12]</sup>,能提高幼苗根冠比,增强根系活力,延缓叶片衰老,使小麦在田间保持旺盛的生长,增强抗病性,推迟白穗的产生。

1.1.5 三唑酮对小麦根腐病的防治作用 室内毒力测定和田间药效试验显示,黄腐酸—稀土螯合物和黄腐酸复合物—双抗剂,在室内离体条件下,对小麦根腐病具有明显的抑制作用,田间药效试验中也表现了较好的防病保产效果。生化黄腐酸单用,在供试的浓度范围内,在人工培养基上对小麦根腐病菌无抑制作用,与三唑酮混配使用,提高了杀菌剂的防病效果,弥补了三唑酮对小麦种子发芽率具有抑制作用的不足<sup>[13]</sup>。

1.1.6 三唑酮对小麦条锈病的防治作用 通过不同时期人工接种小麦条锈病菌和施用杀菌剂三唑酮的组合,测定小麦叶内三唑酮及其代谢产物三唑醇含量对病害相对侵染几率、潜育期、病斑扩展、产孢面积及传染期等组分的定量影响。发现施药后不同批次接种,在一定时间内麦叶内药剂可降低病害相对侵染几率并延长其潜育期;接种后施药,在一个潜育期内药剂可使病害潜育期提早<sup>[14]</sup>。就小麦的多种病菌,可以用三唑酮和其他药剂复配来达到“一箭多雕”的效果。甲拌磷乳油是由甲拌磷、辛硫磷和三唑酮等加工而成<sup>[15]</sup>,室内毒力测定发现,对畸黑金龟甲幼虫毒力较强,增效共毒系数为281.4。从1992年开始,经安徽、河南等地大田小区试验和生产示范推广,每公顷应用5%乳油1500 mL拌麦种150 kg,能很好地控制冬前蛴螬、金针虫等地下害虫的危害,同时控制了前期小麦白粉病和叶锈病的发生,小麦生长后期还表现出兼治小麦黑穗病的良好效果;三唑酮和多菌灵经适当混配,不仅对小麦赤霉病菌(禾谷镰刀菌)具有显著的增效作用,并且还强烈地抑制其代谢产物的生物活性,明显削弱其植物毒性和致病潜力,并抑制小麦纹枯病菌菌丝生长<sup>[10,16]</sup>;将单一杀菌剂福美双(非内吸性杀菌剂)和三唑酮(内吸性杀菌剂)进行复配,结合成膜技术,发挥两种类型杀菌剂的优点,寻找低成本、高效果的最佳配比组合,应用于生产。三唑酮、福美双复配比例1:11至1:12在带菌春小麦种子试用,出苗安全,对小麦根腐病、腥黑穗和散黑穗病的防治效果与单独使用三唑酮效果接近,且成本相对较低<sup>[17]</sup>。硫与多菌灵、三唑酮、三环唑等内吸性杀菌剂混配,具有明显的协同增效作用。

## 1.2 三唑酮对水稻病害的防治

水稻是中国种植面积最大的粮食作物,三唑酮在水稻上的应用非常广泛。

1.2.1 三唑酮对水稻稻瘟病的防治作用 多菌灵和三唑酮混配对水稻稻瘟病菌分生孢子的萌发及水稻纹枯病菌菌丝的生长均具有协同增效作用<sup>[18]</sup>,该混剂对水稻其他病害的防治效果在70%左右,显示了该复配剂高效、广谱的优点。以多菌灵和三唑酮混配的杀菌剂至今未见药效下降,近年来使用面积仍在不断扩大。

1.2.2 三唑酮对稻叶尖枯病、纹枯病的防治作用 三唑酮·多菌灵是目前水稻后期防治叶尖枯、纹枯病的较为优秀药剂之一,程家兴等<sup>[19]</sup>用它进行稻叶尖枯病、纹枯病的防治,取得较好的效果。每公顷用450 g喷雾,对叶尖枯病、纹枯病的防治效果达80%以上,明显高于多菌灵对纹枯病的防治效果及三唑酮对叶尖枯病的防治效果;稻叶尖枯病的防治主要是三唑酮的作用,凡加三唑酮的处理区,病害防治效果均在80%以上<sup>[20]</sup>;对水稻中后期,其他病害(如纹枯病、云形病等)也有较好的兼治作用,后期叶片清秀、落黄好,防衰增产<sup>[21]</sup>。

1.2.3 三唑酮对水稻稻曲病的防治作用 三唑酮对稻曲病有较好的防治效果<sup>[22]</sup>,其防治效果与井冈霉素相当,两者可交替使用,以避免稻曲病抗药性的产生,延长这两种药剂的使用寿命。稻曲病药剂防治的最佳时

期在孕穗中期到齐穗期,用药过迟则防治效果明显降低。

1.2.4 三唑酮对水稻云形病的防治作用 水稻云形病在遂昌县各地均有发生,海拔 400 m 以上病情重。在水稻孕穗末 667 m<sup>2</sup> 面积上用 40% 禾枯灵 60 g 或 25% 三唑酮可湿性粉剂 50 g 进行 1 次防治,防病效果达 90% 以上<sup>[23]</sup>。

1.2.5 三唑酮对水稻黑粉病的防治作用 水稻穗期病害以纹枯病为主,稻粒黑粉病和稻叶黑粉病同时发生的稻田,三唑酮是防治稻粒黑粉病的新杀菌剂,具有经济、安全、有效的特点<sup>[24]</sup>;防治水稻稻粒黑粉病宜在水稻盛花期施药,如在扬花期遇连续阴天或多雨天气,有利于该病大发生,要适当增加防治次数。另外,667 m<sup>2</sup> 面积用 15% 三唑酮粉剂 50 g 混合 40% 多菌灵胶悬剂 50 g,兑水 75 kg,于水稻孕穗期喷雾 2 次,防治纹枯病效果好,且对稻粒、稻叶黑粉病有兼治效果,对水稻早衰也有一定延缓作用,且能降低空秕率,增加千粒重,提高当季产量,有利于再生稻生长,减少施药次数<sup>[25]</sup>;制种田防治稻粒黑粉病,以三唑酮防治效果为好,应用三唑酮在穗期喷药还兼治纹枯病、紫秆病、稻曲病等多种病害<sup>[26]</sup>;三唑酮抑菌作用强于退菌特和多菌灵<sup>[27]</sup>,这与田间药剂防治效果试验结果大体一致,目前田间也多使用三唑酮或其复配药剂防治稻粒黑粉病,并取得较好的防治效果。由于病菌在花期局部侵染,因此防治最佳时期为花期。

1.2.6 三唑酮对水稻穗颈瘟的防治作用 在适宜的用药量下,三唑酮用于水稻穗颈瘟的防治,可取得较好的效果<sup>[28]</sup>。据试验结果,每公顷施有效成分 450 g,喷药 2 次,对纹枯病的防治效果可达 80% 以上,与常用的井冈霉素水剂每公顷施 750 单位相近,对穗颈瘟,用药量稍高,每公顷施有效成分 450~675 g,喷药 2~3 次,防治效果亦在 80% 以上,与常用的克瘟散相近。利用三唑酮防治水稻纹枯病和穗颈瘟均可提高水稻结实率,增加实粒数和千粒重,增产效果在 10% 左右。

### 1.3 三唑酮对玉米病害的防治

在玉米病害防治方面,通过室内菌剂平板抑菌测定、盆栽药效测定和田间试验,筛选出三唑类内吸杀菌剂三唑醇和三唑酮是防治玉米全蚀病的较好药剂<sup>[29]</sup>。15% 克·福·酮种衣剂对玉米发芽没有抑制作用,对玉米中后期生长没有不良影响,尤以对丝黑穗病的防治效果突出<sup>[30]</sup>。另外,三唑酮浸种后,玉米种子发芽势减弱,胚芽鞘的生长受到抑制。三唑酮使植株矮化,叶绿素含量升高,须根数增加,根系活力受到明显的促进<sup>[31]</sup>;采用三唑酮可湿性粉剂拌种,防治玉米丝黑穗病效果及保产效果显著<sup>[32,33]</sup>。

## 2 三唑酮对蔬菜、水果病害的防治

### 2.1 三唑酮对瓠瓜病害的防治作用

瓠瓜枯萎病是严重危害瓠瓜的病害,株病率高,其成株期发病症状表现有两种:由初侵染引起全株性萎蔫,由再侵染引起局部分枝萎蔫。在发病前或发病初见时用 50% 多菌灵 WP500 倍液加 15% 三唑酮 WP 1 000 倍液灌根 2 次,防治效果可以达 80.48%<sup>[34]</sup>。

### 2.2 三唑酮对黄瓜病害的防治作用

三唑酮在黄瓜发生白粉病后使用,有独特的预防、铲除、治疗作用,在黄瓜不同生育期喷打该药,可起到治病与抑制双重作用。对于黄瓜的白粉病,三唑酮与硫磺有效成分之比 1:20~40,混合药剂浓度 500 mg/L 防治效果达到 91% 以上,且对黄瓜生长无不良影响<sup>[35]</sup>。毒性的消解也是人们关注的问题,有研究表明,三唑酮在黄瓜上消解半衰期为 1.4 d,每公顷使用有效成分 112.5~225 g,用药两次,在黄瓜上的残留量分别为 0.053 mg/L 和 0.061 mg/L,低于联合国粮农组织和世界卫生组织(FAO/WHO)关于三唑酮在黄瓜上最高限量为 0.2 mg/L 的规定,因而在常用量情况下,三唑酮在黄瓜上使用是十分安全的<sup>[36]</sup>。此外,三唑酮还能抑制黄瓜子叶的衰老<sup>[37,38]</sup>,可作为活性氧的直接或间接的清除剂<sup>[39]</sup>。

### 2.3 三唑酮对辣椒病害的防治作用

燕嗣皇等<sup>[40]</sup>将木霉菌剂与三唑酮结合施用,对防治辣椒白绢病具有明显的协同作用。菌+药处理中较低的残留菌核量及其较低的菌核萌发率表明,被三唑酮抑制的菌核可能较易被木霉侵染。此外,在田间自然条件下,菌核与寄主的根颈接触,木霉拮抗菌与病原菌核的接触都是随机的,用三唑酮药液灌根较拮抗菌能更均匀地分布于作物根系周围的土壤中,与菌核接触的几率较单独用菌大。在白绢病的综合防治中,采用该

生物—化学方法,可取得稳定而持久的防治效果。

## 2.4 三唑酮对西瓜病害的防治作用

三唑酮对木霉菌在西瓜根际的增殖作用也较明显。另外,三唑酮对根际病原尖孢镰刀菌厚垣孢子有一定的抑制作用,但是不能单独用于防治西瓜枯萎病,因为三唑酮对根际病原尖孢镰刀菌厚垣孢子的影响,可随土壤的淋溶而消失。有研究表明,木霉菌与微量三唑酮配合对防治西瓜枯萎病有增效作用<sup>[41,42]</sup>。

## 2.5 三唑酮对苹果病害的防治作用

红星苹果树在铃铛花期和终花期喷布2次100 mg/L或150 mg/L三唑酮药液,不仅对白粉病具有防治效果,而且能显著地提高花朵座果率和增加单果重,还有增进果肉硬度和果实可溶性固形物的趋势<sup>[43]</sup>;对苹果轮纹病和炭疽病,霉粉清、多菌灵、三唑酮、福美双的防治试验表明,40%霉粉清600倍液为最佳应用方法,采收时调查不仅生长期发病率低,而且采收后储藏30 d完全无病果,三唑酮1500倍防治效果为59.90%,病果率19.97%<sup>[44]</sup>。

# 3 三唑酮在经济作物上的应用

## 3.1 三唑酮对板栗病害的防治作用

在国内,由陈英林等<sup>[45]</sup>首次报道了保护性杀菌剂铜高尚的单用及其与三唑酮的混用对板栗白粉病的防治效果。经连续两年在不同地点的重复试验,铜高尚与三唑酮混用的平均防治效果高于铜高尚,铜高尚单用又高于三唑酮,三者的防治效果均在85%。故该病的化防3种方法可交替、轮换使用,以利延缓病原产生抗性,提高药效。

## 3.2 三唑酮对花生病害的防治作用

用100 mg/L或300 mg/L的三唑酮溶液喷施花生幼苗后,植株矮壮,根系数发达,根冠比大,减少叶面积,提高叶绿素含量与二磷酸核酮糖羧化酶的活性和光合速率,而呼吸速率没有很大差异,却增加了植株鲜重和干重,有利于作物增产<sup>[46]</sup>。

## 3.3 三唑酮对绿豆病害的防治作用

三唑酮可提高离体绿豆幼苗叶片叶绿素和蛋白质含量。20 mg/L三唑酮可提高过氧化物酶(POD)、抗坏血酸—过氧化物酶(AsA-POD)活性和抗坏血酸(AsA)、还原型谷胱甘肽(GSH)含量,对超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性无影响,三唑酮还可降低丙二醛(MDA)含量,三唑酮有提高植物对膜脂过氧化作用的保护能力和延缓叶片的衰老作用<sup>[47]</sup>。

## 3.4 三唑酮对油菜病害的防治作用

多菌灵+三唑酮+硼砂复配剂(油丰灵)对油菜菌核病菌菌丝体生长有明显的抑制作用,而且明显较单用药剂好<sup>[48]</sup>,三唑酮对其他经济作物(辣椒、豌豆、蚕豆等)有一定的效果,与其他防治措施综合应用,可取得更好的防治效果。

# 4 三唑酮在其他方面的应用

## 4.1 三唑酮对草坪、花卉、树木等的病害防治作用

草坪草病害大多由真菌引起,病菌在病株的根部及枯死的茎叶越冬。环境条件适宜,通过土壤、空气传播危害草坪,严重影响草坪的使用和观赏价值。为防治草坪草病害,对危害严重的根腐病和叶枯病及时进行化学防治,用25%三唑酮种衣剂、有效剂量为种子重量的0.01%进行草种子包衣播种,对草坪草根腐病、立枯病和叶枯病的防治效果达88.63%;如用25%三唑酮可湿性粉剂有效剂量为30 g/667 m<sup>2</sup>,从苗期开始喷雾防治,每隔15 d喷施一次,喷3次,防治效果为79.98%;进行种子包衣和喷施药剂相结合防治病害效果可达95.68%。种衣剂处理草种后播种,对防治草坪草根腐病效果较好<sup>[49]</sup>;用15%三唑酮对高羊茅禾草云斑病的防治效果比用50%多菌灵、65%代森锌要好<sup>[50]</sup>;对草地早熟禾锈病也有明显的防治丛枝病的效果<sup>[51]</sup>;以三唑酮和甲霜灵混用的配方防治褐斑病效果明显<sup>[52]</sup>。

对于玫瑰切花,三唑酮可以延缓脂膜过氧化,降低膜的透过性,具有延缓玫瑰切花衰老的作用<sup>[53]</sup>。



在笋用竹方面,清除病枝后喷洒 25%三唑酮 500 倍液,防治丛枝病效果可达 97%;仅喷洒 25%三唑酮 500 倍液,每周 1 次,连续 3 次,防治效果均达 100%<sup>[54]</sup>。

三唑酮对柳树根朽病不仅可以积极防治,而且能明显延缓垂柳发病死亡时间<sup>[55]</sup>;对云杉叶锈病来说,三唑酮同样起着不可缺少的作用<sup>[56]</sup>,通过不同药剂对云杉叶锈病的防治试验表明:20%三唑酮乳油、20%萎锈灵乳油 500 倍液对云杉叶锈病的防治效果分别为 84.6%和 81.0%;在两种药液中各加 1 g/L 的洗衣粉或明胶后,其防治效果均在 90%以上。

#### 4.2 三唑酮的植物生长调节作用

三唑酮还能延缓水稻叶片的衰老。在叶片衰老过程中,超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性和抗坏血酸(ASA)、还原型谷胱甘肽(GSH)含量降低,过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量提高,三唑酮处理可以有效地抑制上述两过程,三唑酮提高叶片膜脂过氧化作用的保护能力是其延缓衰老的原因所在<sup>[57]</sup>;在杂交稻制种田的生育后期,适时适量喷施三唑酮药剂,对防治病害,防止早衰,延长叶片功能期,提高结实率,增加千粒重,提高产量等方面都有着极显著的效果<sup>[58]</sup>。三唑酮的调节植物生长的作用,与它抑制植物内源 GA 生物合成有关;三唑酮对叶绿素的影响,与它提高内源细胞分裂素(CTK)水平有关;三唑酮能提高植物内源脱落酸(ABA)含量,这可能是三唑酮提高植物抗性的原因。另外,它还能提高植物的抗臭氧能力,同时它又抑制植物生长,在花生始花后 30 d 喷 300~500 mg/L 三唑酮溶液,不仅能防止倒伏,而且能使更多光合产物分配到荚果,使得饱果数增多,百果重和百仁重都增大,可增产 10%<sup>[59]</sup>。

### 5 小 结

从三唑酮在我国的应用情况来看,它不仅是一广谱、高效的杀菌剂,对粮食作物、经济作物等中的多种真菌具有很好的防治效果,在与其他农药混配后,三唑酮还呈现协同增效作用,同时它还是一种甾醇抑制剂和植物生长调节剂,会影响细胞膜的功能,还可能导致细胞壁异常<sup>[60]</sup>。在选择杀菌剂种类和剂量的同时,还应注意时节,则效果会更好<sup>[61,62]</sup>。另外,随着一类新颖三唑酮金属配合物的合成及研究的深入<sup>[63,64]</sup>,三唑酮的应用必将得到进一步推广。

#### 参考文献:

- [1] 檀根甲,丁克坚,季伯衡. 小麦纹枯病药剂防治技术[J]. 植物保护学报,1999,26(4):358-362.
- [2] 彭丽娟,邱雪柏,林代福,等. 三唑酮缓释剂对小麦全蚀病的防治效果试验[J]. 贵州大学学报,2002,21(2):95-98.
- [3] 田昌平,张会孔,郭守任. 20%三唑酮乳油防治小麦全蚀病技术[J]. 江苏农药,1995,(3):28.
- [4] 陈企村,张丽荣. 三唑酮处理种子对小麦白粉病流行的影响[J]. 宁夏农林科技,1995,(1):10-11.
- [5] 张丽荣,刘 荐,何 辉,等. 三唑酮拌种防治小麦白粉病示范试验[J]. 宁夏农林科技,1998,(4):54.
- [6] 马志强,刘国容,严乐恩,等. 小麦白粉病菌对三唑酮抗药性的监测[J]. 植物保护学报,1997,24(1):85-88.
- [7] 庄占兴,葛尧伦,贾学杰. 腈菌唑与三唑酮复配防治小麦白粉病试验研究[J]. 农资科技,2000,(6):15-17.
- [8] 李健强. 三唑酮种衣剂在小麦种苗上的药理学及防治小麦白粉病作用机理[J]. 植物病理学报,1996,27(2):286-287.
- [9] 杨 峻,刘西莉,李健强. 三唑酮种衣剂对小麦幼苗上白粉病菌萌发和侵染影响的组织学观察[J]. 麦类作物学报,2002,22(3):55-58.
- [10] 陆长婴,季明东,李沛元,等. 多菌灵和三唑酮混配小麦病害的协同杀菌作用[J]. 上海农业学报,2000,16(1):62-66.
- [11] 盛秀兰,金秀琳,杨凤琪,等. 小麦根病化学防治技术研究[J]. 植物保护学报,1999,26(1):69-73.
- [12] 盛秀兰. 小麦根病防治技术研究[J]. 甘肃农业科技,1998,(10):67-69.
- [13] 马桂珍,暴增海,杨文兰,等. 生化黄腐酸及其系列产品对小麦根腐病的防病增产效果[J]. 植物保护,2002,28(5):29-31.
- [14] 秦庆明,秦引萍,肖悦岩,等. 小麦叶内杀菌剂含量对条锈病组分的定量影响[J]. 植物保护学报,1999,25(3):243-249.
- [15] 吴恭谦,张国洲,王亚维,等. 甲辛酮乳油用于小麦拌种的应用研究[J]. 农药,1997,36(3):32-35.

- [16] 史建荣,王裕中,陈怀谷,等. 三唑酮和多菌灵协同作用对小麦赤霉病菌的增效及机理初探[J]. 江苏农业学报, 1995, 11(4): 30—33.
- [17] 晏 晖. 三唑酮、福美双复配包衣对春小麦病害的作用效果[J]. 种子, 2002, (3): 35—36.
- [18] 陆长婴,季明东,李沛元. 多菌灵和三唑酮对水稻病害的协同作用[J]. 江苏农业科学, 1999, (3): 45—46.
- [19] 程家兴,李 然,陈小芳,等. 36%三唑酮·多 SC 防治水稻纹枯病和叶尖枯病的药效试验[J]. 安徽农业科学, 1999, 27(3): 223.
- [20] 汪永茂. 75%螟虱灵及复配剂防治中粳稻中后期病虫害的药效试验[J]. 安徽农业科学, 1999, 27(3): 211.
- [21] 范金华,丁志武,李长存,等. 水稻叶尖枯病的药剂防治[J]. 农药, 1990, 29(4): 57.
- [22] 朱文达,肖炎农. 稻曲病药剂防治初报[J]. 湖北农业科学, 1996, (1): 41—43.
- [23] 叶成磊,谢根富,朱宜根,等. 水稻云形病发生为害调查及防治[J]. 植保技术与推广, 1999, 19(2): 15—17.
- [24] 刘命朔,肖炎农. 三唑酮防治水稻粒黑粉病试验[J]. 湖北农业科学, 1994, 5: 30—31.
- [25] 彭洪江,张 杰. 三唑酮防治水稻穗期三种病害的药效试验[J]. 农药, 1991, 30(6): 45—46.
- [26] 丁德葆,桑亦飞,赵云升. 杂交稻制种田稻粒黑粉病药剂防治试验[J]. 农药, 1991, 30(4): 52.
- [27] 邵见阳,张祥喜,林姗姗. 稻粒黑粉菌生物学特性研究[J]. 江西农业学报, 1997, 9(4): 27—32.
- [28] 张人君. 三唑酮防治水稻纹枯病和穗颈瘟的试验[J]. 浙江农业科学, 1990, (2): 89—91.
- [29] 曹鹏翔,姚健民,邹景玉,等. 玉米全蚀病的药剂防治[J]. 沈阳农业大学学报, 1990, 21(4): 309—312.
- [30] 梁 军,石玉海,王广祥,等. 吉农 5 号(15%克·福·酮)种衣剂的药效研究[J]. 吉林农业科学, 2002, 27(4): 29—32.
- [31] 张秀芳,石东里,张 兰. 三唑酮浸种对玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 曲阜师范大学学报, 2002, 28(3): 89—90.
- [32] 郭满库,陈雨天. 15%三唑酮可湿性粉剂防治玉米丝黑穗病试验结果[J]. 甘肃农业科技, 1998, (9): 46—47.
- [33] 李健强,杨林格,李宝笃. 离体条件下玉米丝黑穗病菌的形态及三种药剂的抑菌作用[J]. 西北农业学报, 1995, 4(4): 54—58.
- [34] 赵海棠,安学君,胡芝莲. 瓠瓜枯萎病成株期症状与药剂防治初报[J]. 宁波农业科技, 2000, (1): 7—8.
- [35] 李腾武,赵晓珍,沈福英,等. 日光温室黄瓜白粉病有效防治药剂配比筛选[J]. 张家口农专学报, 2002, 18(3): 1—3, 15.
- [36] 麦 铭,李东跃,尤玉珍. 三唑酮在黄瓜上的消解与残留[J]. 农药, 1989, 28(1): 31—32.
- [37] 冯兆忠,王 静,冯宗伟. 三唑酮对离体黄瓜子叶过氧化物酶活性及蛋白质含量的影响[J]. 环境科学, 2002, 23(5): 126—128.
- [38] 冯兆忠,徐仰仓,李焕梅,等. 三唑酮对黄瓜子叶抗氧化酶活力的影响[J]. 西北植物学报, 2000, 20(6): 1022—1026.
- [39] 冯兆忠,王 静. 三唑酮对离体黄瓜子叶膜系统的影响[J]. 西北植物学报, 2002, 22(3): 651—655.
- [40] 燕嗣皇,陆德清. 三唑酮对木霉防治辣椒白绢病的协同作用[J]. 西南农业学报, 1998, 11(4): 101—105.
- [41] 吴石平,燕嗣皇,陆德清,等. 木霉菌与三唑酮配合对西瓜生长的影响和对枯萎病的防治效果[J]. 西南农业学报, 2002, 15(2): 65—68.
- [42] 燕嗣皇,吴石平,陆德清,等. 三唑酮对木霉根际竞争定殖的影响[J]. 植物病理学报, 2000, 30(3): 266—270.
- [43] 陈修会,刘淑兰,李玉涛. 三唑酮提高红星苹果座果率和果实质量的效应[J]. 中国果树, 1992, (4): 20—21.
- [44] 朱守卫,周国新,李慎福,等. 40%霉粉清防治苹果轮纹病和炭疽病的药效试验初报[J]. 落叶果树, 2002, (2): 52—53.
- [45] 陈英林,李燕轻. 新型杀菌剂铜高尚防治板栗白粉病[J]. 林业科技通讯, 1998, (12): 13—15.
- [46] 严晓华,潘瑞炽. 粉锈宁对花生幼苗生长、光合和呼吸的影响[J]. 中国油料, 1992, (4): 57—60, 75.
- [47] 郭振飞,卢少云,李宝盛,等. 三唑酮对绿豆幼苗叶片衰老的延缓作用[J]. 植物学报, 1998, 40(5): 442—447.
- [48] 孙国才,季明东,陆长婴,等. 多菌灵与三唑酮复配对油菜菌核病的协同作用[J]. 江苏农业科学, 2000, (6): 42, 45.
- [49] 侯玉霞,石建宁. 宁夏草坪草病害调查及防治[J]. 植物保护, 1999, 25(6): 28—29.
- [50] 周玉锋,唐成斌. 7 种药剂对高羊茅禾草云斑病的药效评价[J]. 四川草原, 2000, (2): 47—48.
- [51] 杨 桦,王晓强. 草地早熟禾锈病化学防治试验[J]. 四川草原, 1996, (1): 22—23.
- [52] 钱俊芝,韩建国,孙贵娟,等. 坪用草地早熟禾褐斑病防治的初步研究[J]. 草业科学, 2000, 17(1): 55—59.
- [53] 周晓霞,徐洪伟. 三唑酮对玫瑰切花衰老指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(5): 409—411.
- [54] 楼君芳,胡国良,俞彩珠,等. 笋用竹丛枝病的防治方法[J]. 浙江林学院学报, 2001, 18(2): 177—179.
- [55] 王 恩,童伟哉,姜凤丽,等. 柳树根朽病防治研究[J]. 浙江林业科技, 2001, 21(6): 41—44.
- [56] 曹秀文. 云杉叶锈病化学防治试验[J]. 甘肃林业科技, 2000, 25(1): 43—45.

- [57] 卢少云,郭振飞,李宝盛,等. 三唑酮对离体水稻叶片衰老的延缓作用[J]. 华南农业大学学报,2000,21(2):57—60.
- [58] 王德家,廖大标. 杂交水稻制种田后期使用三唑酮的效应[J]. 农药,1992,31(4):49,51.
- [59] 郭振飞,潘瑞炽. 三唑酮及其对植物的生理作用[J]. 植物生理学通讯,1989,25(1):75.
- [60] 成家壮. 含硫混配悬浮剂(胶悬剂)的研究与展望[J]. 广州化工,1998,26(4):1—7.
- [61] 石明旺,胡 锐,武天军,等. 河南省小麦纹枯病防治关键时间和关键技术研究[J]. 河南职技师院学报,2001,29(1):5—7.
- [62] 朱宏文,张新维,李成国,等. 三唑酮·硫 WP 防治小麦白粉病药效研究[J]. 安徽农学通报,2000,6(2):55—56.
- [63] 张培志,吴 军,龚钰秋,等. 三唑酮氯化锌配合物的合成和晶体结构研究[J]. 无机化学学报,2003,19(7):753—756.
- [64] 张培志,傅群英,池仁霞,等. 三唑酮金属配合物的缓释作用[J]. 浙江科技学院学报,2003,15(3):143—145.

## Progress of research on fungicide triadimefon in agriculture of China

ZHANG Pei-zhi, HE Tian, WU Ying

(Dept. of Biological and Chemical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

**Abstract:** The application of fungicide triadimefon in agriculture is reviewed. Triadimefon has been used in wheat, rice, maize, fruit, vegetable, lawn, flower and tree to control wheat sheath blight, wheat take-all disease, wheat powdery mildew, wheat root rot, rice blast disease, rice phyllosticta leaf blight, rice false smut and rice grain smut. In addition, triadimefon is a inhibitor of ergosterol biosynthesis and also a plant regulator. A mixture of triadimefon with other pesticides shows good synergistic effect.

**Key words:** triadimefon; fungicide; agriculture; progress of research