

◆ 专论与综述 ◆

水稻用三大类农药市场及产品开发

柏亚罗, 顾林玲

(江苏省农药研究所股份有限公司, 南京 210046)

摘要: 简要介绍了水稻用杀虫剂、除草剂、杀菌剂的使用情况, 及其主要市场、主要品种, 概述了水稻用各类新农药的开发情况, 并对水稻用农药市场前景进行了展望。

关键词: 水稻; 除草剂; 杀菌剂; 杀虫剂; 市场; 产品开发; 综述

中图分类号: TQ 450.1 **文献标志码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1671-5284.2017.01.001

The Market and Development of Three Types of Pesticides on Rice

BAI Ya-luo, GU Lin-ling

(Jiangsu Pesticide Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210046, China)

Abstract: The present use situations of rice fungicides, insecticides, and herbicides were introduced briefly, the primary market and the leading products were introduced in detail. Further more, the development status of all kinds of new pesticides on rice were summarized, and the growth trend of rice pesticide market in the coming years was forecasted.

Key words: rice; herbicide; fungicide; insecticide; market; product development; review

2014年, 全球水稻用农药市场为50.43亿美元, 同比下降0.9%, 占全球566.55亿美元作物用农药销售额的8.9%。2009—2014年的复合年增长率为3.3%。从农药销售额来看, 水稻并不是一个大作物, 但对中国而言, 水稻是三大粮食作物之一, 水稻用农药最受关注。

在水稻用三大类农药中, 除草剂占据首位, 其所占份额为41.4%, 其后分别为杀虫剂和杀菌剂, 所占份额分别为35.3%和21.1%^[1]。其销售情况见表1。

2014年, 全球水稻种植面积为1.611 3亿hm², 同比增长0.1%, 2009—2014年复合年增长率为0.7%。印度是全球第一大水稻种植国, 其水稻种植面积占全球水稻种植面积的27.0%, 为4 350万hm²。中国为全球第二大水稻种植国, 种植面积占全球水稻种植面积的18.8%, 为3 031万hm²。其后分别为印尼(7.5%)、泰国(6.8%)、越南(4.8%)、巴基斯坦(1.7%)、巴西(1.5%)、日本(1.0%)、美国(0.7%)、韩国(0.5%)。

表1 水稻用三大类农药市场情况

类别	销售额/亿美元				2013—2014年 增长率/%	2009—2014年复合 年增长率/%	2014—2019年复合 年增长率/%
	2009年	2013年	2014年	2019年			
除草剂	18.03	21.05	20.89	24.84	-0.8	+3.0	+3.5
杀菌剂	9.18	11.33	10.63	13.23	-6.2	+3.0	+4.5
杀虫剂	14.74	17.37	17.81	21.19	+2.5	+3.9	+3.5

日本水稻种植面积并不大, 仅有158万hm²。但日本是全球水稻用农药使用量最大的国家, 其市场占全球水稻用农药市场的24.5%, 销售额为12.36亿美元; 中国位列第二, 其市场份额为21.0%, 销售额为10.60亿美元; 印度位居第三, 其市场份额为10.7%,

销售额为5.40亿美元。其后分别为越南(5.9%)、韩国(4.7%)、巴西(4.5%)、泰国(3.4%)和美国(3.0%)。

1 水稻用杀菌剂^{[1]165-173}

2014年, 水稻用杀菌剂的销售额为10.63亿美

收稿日期: 2016-12-21

作者简介: 柏亚罗 (1968—), 女, 江苏省盐城市人, 教授级高工, 主要从事农药信息及期刊编辑工作。E-mail: nyxxz@263.net

元,同比下降6.2%,占全球作物用杀菌剂市场的7.2%,占作物用农药市场的1.9%。销售额下降主要受日本市场影响。

水稻主要病害包括稻瘟病、纹枯病、恶苗病、立枯病和茎腐病等。在所有水稻生产区,稻瘟病和纹枯病都是重发病害,而其他病害随着地区和种植方式的不同,变化较大。稻瘟病主要防治药剂有嘧菌酯、百菌清、isotianil、春雷霉素、腈醚菌胺、四氯苯酞、烯丙苯噻唑、咯啉酮、戊唑醇、甲基硫菌灵、tia-dinil、三环唑、腈菌酯等。纹枯病主要防治药剂有嘧菌酯、苯醚甲环唑、氟环唑、氟酰胺、己唑醇、稻瘟灵、腈醚菌胺、戊菌隆、丙环唑、戊唑醇、噻呋酰胺、腈菌酯、井冈霉素等。防治恶苗病的主要药剂有嘧菌酯、腈醚菌胺、咪鲜胺、甲基硫菌灵等。立枯病主要防治药剂是咪霉灵。茎腐病主要防治药剂为多菌灵、己唑醇、稻瘟灵、代森锰锌、丙环唑等。

1.1 水稻用杀菌剂主要市场

2014年,亚洲地区水稻用杀菌剂占全球水稻用杀菌剂市场的82.7%,因此,亚洲市场对全球水稻用杀菌剂市场具有重要影响。日本和韩国水稻种植面积的下降,泰国和越南水稻种植面积的增长趋缓,日本和韩国新产品推广力度等是影响全球水稻用杀菌剂市场的主要因素。

2014年,全球水稻用杀菌剂前十大市场包括日本、中国、印度、韩国、越南、巴西、泰国、印尼、哥伦比亚和美国等。

1.1.1 日本市场

日本的水稻种植面积虽然不大,但其水稻用杀菌剂市场却在全球领先,占全球水稻用杀菌剂市场的24.5%,遥遥领先于第二大市场中国。2014年,日本水稻用杀菌剂销售额同比下降21.2%(以美元计),以日元计销售额同比下降14.5%。在2009—2014年间,日本水稻用杀菌剂复合年增长率为0.6%(以日元计)。

近10年,日本水稻用杀菌剂的销售额总体呈下降态势,水稻上的主要病害也已发生变化。2014年,穗颈瘟的防治面积在总水稻种植面积的占比由2004年的76%下降至53%;恶苗病的防治面积占比由64%下降至59%;立枯病成为日本水稻第一大病害,防治面积占比为69%。纹枯病有下降趋势,防治面积占比为37%。升瘟病虽有下降趋势,但仍是第二大病害,防治面积占比为65%。

在日本水稻生产中,从苗箱、苗床,经移栽,直至收获的全过程,都需要进行病害防治。立枯病通

常因降低植物的光合作用,影响植物的生长和发育,导致水稻倒伏。许多病原菌可引起立枯病,历史上,曾在移栽前通过使用咪霉灵和百菌清进行土壤处理,以达到防治效果。近几年,防治立枯病的药剂仅有吴羽化学的种菌唑(ipconazole)上市。稻瘟病防治药剂的研究一直颇受重视,因此,上市的新产品最多。引起稻瘟病的主要病原菌为稻瘟病菌(*Pyricularia oryzae*),许多产品对其具有防效。目前,防治稻瘟病的领先产品有烯丙苯噻唑、咯啉酮、腈醚菌胺、isotianil、三环唑和春雷霉素等。

水稻种植面积以及水稻用杀菌剂的价格等是影响日本水稻未来市场的主要因素。2009年以来,水稻价格上涨以及新产品上市等提升了日本水稻用杀菌剂的市场价值。由于新产品上市以及水稻育苗箱处理剂的广泛推广,日本水稻用杀菌剂已经取得了重大的技术进步。

1.1.2 韩国市场

韩国曾是继日本之后的第二大水稻用杀菌剂市场,但目前已被中国和印度超越。2014年,韩国水稻用杀菌剂销售额为0.83亿美元,同比增长3.7%。目前,韩国最重要的水稻病害为纹枯病,稻瘟病和细菌性叶枯病次之。虽然甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂已经获得了一定的市场份额,但老产品仍占据主导地位。领先产品包括春雷霉素、己唑醇、代森锰锌、嘧菌酯、吡唑醚菌酯、戊唑醇、三环唑、咯啉酮、腈醚菌胺和井冈霉素等。

1.1.3 中国及亚洲其他国家市场

中国为全球及亚洲第二大水稻用杀菌剂市场。2014年,中国水稻用杀菌剂市场销售额为1.55亿美元,同比增长6.9%。这一年,市场领先产品包括三环唑、稻瘟灵、春雷霉素、苯醚甲环唑、嘧菌酯、咪鲜胺、咪霉灵、多菌灵、甲基硫菌灵和戊唑醇等。

2014年,印度水稻用杀菌剂销售额为1.35亿美元,同比增长8.0%。虽然嘧菌酯为印度市场的领军产品,但老产品仍占据统治地位。印度水稻用杀菌剂的领先产品包括嘧菌酯、三环唑、代森锰锌、己唑醇、多菌灵、稻瘟灵、井冈霉素、春雷霉素、戊唑醇、丙环唑和代森锌等。

近几年,印尼水稻用杀菌剂市场增长迅速。不过,由于干旱导致其2014年市场销售额回落至0.25亿美元。该市场的领先产品包括苯醚甲环唑、嘧菌酯、戊唑醇、丙环唑、稻瘟灵和丙森锌等。由于印尼实施“水稻自给自足”项目,所以未来印尼水稻用杀菌剂市场有望取得进一步增长。

1.1.4 世界其他地区市场

除亚洲外,世界主要水稻用杀菌剂市场有巴西、哥伦比亚、美国和意大利等。2014年,美国水稻用杀菌剂销售额为0.24亿美元,同比增长9.1%,这与美国水稻种植面积增加8.9%相一致。其水稻用杀菌剂主要市场被硫酸铜和嘧菌酯占据,丙环唑、肟菌酯、氟唑菌酰胺、吡唑醚菌酯和代森锰锌重要性次之。美国水稻种植州有阿肯色州、加州和路易斯安那州等,主要病害包括稻瘟病和纹枯病,同时,茎腐病、褐斑病和黑粉病等也是重要病害。

拉美地区生产的水稻主要用于当地消费。2014年,巴西水稻用杀菌剂市场为0.55亿美元,同比增长10%。领先产品包括三环唑、嘧菌酯、肟菌酯、戊唑醇、氟环唑、苯醚甲环唑、萎锈灵、醚菌酯、环丙唑醇和四氟醚唑等。

1.2 销售额较大的水稻用杀菌剂品种

全球水稻用杀菌剂市场不仅有效果良好的老产品,而且新产品不断上市。2014年,三环唑高居全球十大水稻用杀菌剂之首,其后依次为嘧菌酯、苯醚甲环唑、春雷霉素、稻瘟灵、烯丙苯噻唑、代森锰锌、丙环唑、己唑醇和戊唑醇等。

1.2.1 三环唑(tricyclazole)

三环唑1975年由礼来公司在日本首先上市,商品名Beam,用于防治水稻稻瘟病。目前三环唑在中国、印度、越南和巴西应用较多,其主要应用于水稻。三环唑对稻瘟病的持效期长,在日本市场,其通常和杀虫剂复配用于育苗箱,以前多与氟虫腈复配,现多与吡虫啉复配。三环唑2011年销售额上扬,2012年销售额保持稳定,2013—2014年继续保持增长态势。其2014年全球销售额为1.4亿美元,2009—2014年复合年增长率为5.9%^[2]。

1.2.2 嘧菌酯(azoxystrobin)

嘧菌酯由捷利康(现先正达)公司开发,1997年首先上市用于谷物。其防治谱比醚菌酯广,提供的保护作用比铲除活性更显著。嘧菌酯应用作物众多,有大豆、谷物、果蔬、水稻、玉米、马铃薯和油菜等。其用于水稻可有效防治稻瘟病和纹枯病^[3]。2014年,嘧菌酯全球销售额为12.15亿美元,2009—2014年复合年增长率为6.0%^[2]。

1.2.3 苯醚甲环唑(difenoconazole)

苯醚甲环唑1989年由先正达公司上市,用于果蔬、谷物、水稻、仁果、棉花、油菜和甜菜等,水稻是其重要的应用作物。苯醚甲环唑可用于叶面喷雾,也可与其它品种复配用于种子处理。其喷雾处理水

稻,对水稻纹枯病和稻曲病有较好的防治效果^[4]。自2009年起,其销售额逐年增长。苯醚甲环唑2014年全球销售额为3.45亿美元,2009—2014年复合年增长率为10.4%^[2]。

1.3 水稻用杀菌剂的研究与开发

2000年后,多个水稻用杀菌剂品种被开发。2001年,住友化学上市双氯氰菌胺(diclocymer),用来防治稻瘟病。2002年,日本三共上市三唑类杀菌剂硅氟唑(simeconazole),用于防治纹枯病;日本农药与巴斯夫上市稻瘟酰胺(fenoxani),防治苗期叶瘟病。2003年,日本农药上市tiadinil,用于防治穗颈瘟。2004年,拜耳上市丙硫菌唑(prothioconazole),用来防治稻瘟病和纹枯病。2007年,巴斯夫上市甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂肟菌酯(orysastrobin),用于防治稻瘟病和纹枯病。其他上市的甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂还包括沈阳化工研究院开发的烯肟菌酯和烯肟菌胺等。2010年,拜耳和住友化学联合开发的isotianil上市,用于防治稻瘟病。2012年,拜耳开发的琥珀酸脱氢酶抑制剂类杀菌剂氟唑菌苯胺(penflufen)上市,用作种子处理剂,防治水稻纹枯病。2013年,喹啉类杀菌剂tebufloquin上市,用于防治稻瘟病和叶斑病。

2 水稻用杀虫剂^{[1]153-164}

2014年,水稻用杀虫剂的销售额为17.81亿美元,占作物用杀虫剂市场的11%,占全球作物用农药市场的3.1%。回顾过去,全球水稻用杀虫剂市场起伏较大。2000年,该市场达到峰值水平,这主要受日本水稻上蜡象和地老虎发生严重所致,不过,其后由于全球经济走向低迷,天气条件不利,价格压力较大等原因,全球水稻用杀虫剂市场受到冲击。2003年以后,水稻杀虫剂市场再度提升,这主要受到稻米价格走强的影响。2009年,在汇率波动、稻米提价、天气干旱及虫害轻发等混合因素影响下,全球水稻用杀虫剂市场出现滑坡。不过,2010年市场基本恢复,并于2011年和2012年持续增长。2013年,汇率波动以及严重的季风气候等拖累了全球市场。2014年,在日本水稻虫害发生加重的形势下,全球水稻用杀虫剂市场再度提升。

2.1 水稻用杀虫剂主要市场

2014年,全球水稻用杀虫剂前十大市场分别为中国、印度、日本、越南、韩国、印尼、泰国、巴西、菲律宾和马来西亚等。中国、印度和日本位列前三甲。越南也是水稻用杀虫剂销售额超亿美元的4个国家

之一,销售额为1.23亿美元,所占份额为6.9%。韩国所占份额为5.3%,销售额为0.94亿美元;印尼所占份额为4.3%,销售额为0.77亿美元;泰国所占份额为3.1%,销售额为0.55亿美元。亚洲在全球水稻用杀虫剂市场占据最重要的地位,代表了全球市场的91.1%。但日本在亚洲水稻用杀虫剂市场并不占据统治地位,因此,虽然日本水稻种植面积下降,但其对水稻用杀虫剂市场的影响不及对其他水稻用农药市场的影响大。

2.1.1 中国市场

2014年,在17.81亿美元全球水稻用杀虫剂市场中,中国占据了28.4%,为5.05亿美元,同比增长了3.1%。这一年,虽然我国水稻种植面积同比略降0.3%,但产量增长了2.1%。

2009—2014年,我国水稻种植面积的复合年增长率仅为0.7%,但水稻产量稳步增长,复合年增长率为1.5%。2014年达到了创纪录水平,为1.445亿t。2004年中期,中国政府开始给谷物种植户发放补贴,以遏制种植面积的下降,降低进口需求,支持农村经济。虽然我国的粮食产量有所提高,但种植面积仅略超20世纪90年代末的水平。

目前,我国国内生产的杀虫剂可以充分满足水稻生产的需要。领先产品包括毒死蜱、敌敌畏、噻嗪酮、吡虫啉、三唑磷、异丙威、烯啶虫胺、乙酰甲胺磷、辛硫磷和苏云金杆菌等。2014年,由于我国北方天气干旱,影响了虫害的发生。我国的主要水稻害虫包括褐飞虱和稻纵卷叶螟等。

展望未来,我国水稻用杀虫剂市场前景较好,因为市场需求增加,水稻仍需提升产量。国产杀虫剂将在水稻用杀虫剂市场持续占据主导地位。

2.1.2 印度市场

2014年,虽然印度水稻种植面积同比增加2.7%至4 350万 hm^2 ,但受气候影响,水稻产量下降了1.3%。在印度,水稻用杀虫剂市场是继棉花之后的第二大杀虫剂市场。因印度水稻生产中使用更多新颖的杀虫剂品种,如氯虫苯甲酰胺等,水稻用杀虫剂销售额同比增长11.8%,达2.95亿美元。与中国市场相似,本土产品占据印度水稻用杀虫剂主要市场,如杀螟丹、乙酰甲胺磷、吡虫啉、噻嗪酮、啉虫脒、毒死蜱、氟虫腈、克百威、久效磷、高效氯氟氰菊酯等。水稻种植方式的变化,高产水稻品种的种植,以及杀虫剂的过量使用,使得害虫对一些品种的抗性发展很快。褐飞虱、三化螟成为印度水稻主要害虫,稻叶蝉、稻纵卷叶螟、胞囊线虫发生较重。

印度水稻产量仅有中国的一半,因此产量的增加存在很大的可能性。杀虫剂、杀菌剂以及除草剂是水稻产量增加的保证,印度三大类农药市场有望继续增长。

2.1.3 日本市场

2014年,日本水稻用杀虫剂市场同比增长10.5%,达2.94亿美元,占全球水稻用杀虫剂市场的16.5%,紧随中国和印度之后。吡虫啉的应用彻底改变了日本水稻的害虫防治,吡虫啉用于育苗箱,可对飞虱、螟虫、象甲以及甲虫提供长达60 d的防效。随着吡虫啉与环丙酰菌胺复配制剂在育苗箱中应用,更多的复配制剂得以使用,如氟虫腈与烯丙苯噻唑。2007年起,因与肟醚菌胺复配,呋虫胺、噻虫嗪等占据一定的市场份额,近年来,氯虫苯甲酰胺也加剧日本水稻用杀虫剂的市场竞争。

因为害虫抗性及其防治策略等原因,褐飞虱发展成为日本水稻主要害虫。2014年,褐飞虱防治面积占水稻种植面积的96%,其次为蜡象,防治面积占72%。用于防治褐飞虱的药剂有呋虫胺、噻虫胺、吡虫啉、噻虫嗪、氟虫腈、乙虫腈、丙硫克百威、醚菊酯和乙酰甲胺磷。防治蜡象的药剂有氟虫腈、乙虫腈、仲丁威、杀螟硫磷、倍硫磷和乙拌磷等。

2.2 水稻用杀虫剂主要品种

2014年,水稻用杀虫剂排名前十的品种有吡虫啉、毒死蜱、氯虫苯甲酰胺、氟虫腈、杀螟丹、噻嗪酮、乙酰甲胺磷、呋虫胺、敌敌畏、噻虫胺等。

2.2.1 吡虫啉(imidacloprid)

吡虫啉由拜耳公司开发,1991年上市,可用于大豆、果蔬、水稻、棉花、谷物、玉米等。其2014年全球销售额为11.6亿美元,2009—2014年复合年增长率为4.1%^[2]。吡虫啉是上市的第1个新烟碱类杀虫剂,目前该品种几乎在世界所有国家都有应用,覆盖作物达65种。由于其具有内吸性,即使在苗箱使用,移栽后仍能对水稻产生保护,有效减少了水稻移栽后杀虫剂的使用次数。其与杀菌剂环丙酰菌胺复配制剂的广泛应用,增加了吡虫啉的销售。但由于受其他品种的竞争,吡虫啉销售增长受到抑制。

2.2.2 毒死蜱(chlorpyrifos)

毒死蜱是陶氏益农于1965年上市的有机磷类杀虫剂,用于众多作物防治多种害虫,叶面喷雾或土壤处理皆可。2008—2010年间,其销售额相对稳定,但2011年后其销售呈稳步增长。毒死蜱2014年全球销售额为6.8亿美元,2009—2014年复合年增长率为6.6%^[2]。毒死蜱能有效防治稻纵卷叶螟、二化

螟、三化螟及稻飞虱,曾在我国水稻生产中发挥重要作用,但因其土壤中残效期长,对天敌高毒以及对人体具有危害,我国已限制其使用^[2,5]。

2.2.3 氯虫苯甲酰胺(chlorantraniliprole)

2008年,杜邦公司上市氯虫苯甲酰胺,用于果蔬和水稻。氯虫苯甲酰胺2014年全球销售额为14.8亿美元,2009—2014年复合年增长率为46.4%^[2]。氯虫苯甲酰胺对鳞翅目害虫有特效。由于其作用机理独特,该产品被用于更多的作物。其在大豆和果蔬上使用广泛,在棉花和水稻上也取得了不俗的销售成绩。氯虫苯甲酰胺作为水稻种子处理剂在美国登记,其在意大利登记用于水稻,北兴化学在日本上市其与噻菌灵的复配产品,用于水稻。

2.3 全球水稻用杀虫剂的产品演替

由于许多害虫可以影响水稻生产,所以广谱产品在水稻用杀虫剂市场往往占据统治地位。早期使用的对硫磷和林丹很快被20世纪60年代上市的有机磷类和氨基甲酸酯类杀虫剂所替代。拟除虫菊酯类杀虫剂通常不用于水稻作物,因为它们对水生生物的毒性很高。由于缺乏击倒作用,苯甲酰胺类杀虫剂也不适合用于水稻。20世纪80年代,几乎没有新化学类型的水稻用杀虫剂上市。

继吡虫啉上市之后,其他新烟碱类杀虫剂烯啶虫胺、噻虫胺、噻虫嗪、噻虫啉和呋虫胺等也陆续上市。所有这些产品在水稻用杀虫剂市场均获得了较大的市场份额。新烟碱类杀虫剂可有效防治刺吸式口器害虫等,因此,它们能防治许多重要的水稻害虫,如飞虱、叶蝉和象鼻虫等。

此外,吡虫啉之后还有多个其他化学类型的水稻用杀虫剂上市,它们提供了不同的作用机理。安万特上市了氟虫腈,氟虫腈不及吡虫啉广谱,但也具有内吸性和持效作用,可将杀虫活性由育苗箱延续到移栽后。2000年,日本化药上市了环虫酰肼(昆虫生长调节剂),用于蔬菜、水稻、茶树和果树等。2003年,石原上市了氟啶虫酰胺,其作用机理有别于其他新烟碱类杀虫剂。它具有内吸和渗透作用,拥有快速拒食活性。

21世纪初还有多个防治水稻鳞翅目害虫的杀虫剂上市,如巴斯夫和日本农药共同开发的氟氯虫酰胺,它提供了新颖的作用机理,通过阻塞昆虫神经系统的钠通道而致效。2007年,拜耳和日本农药共同开发的氟苯虫酰胺上市,杜邦开发的氯虫苯甲酰胺和溴氰虫酰胺分别于2008年和2012年上市。氟苯虫酰胺、氯虫苯甲酰胺和溴氰虫酰胺皆为鱼尼丁受

体抑制剂。溴氰虫酰胺既可防治鳞翅目害虫,也能防治刺吸式口器害虫。

2012年,陶氏益农上市了氟啶虫胺腈,防治刺吸式口器害虫,这是昆虫烟碱型乙酰胆碱受体激动剂。2014年,明治制果上市了另一防治刺吸式口器害虫的杀虫剂afidopyropen。

2.4 全球水稻用杀虫剂的研究与开发

日本农药株式会社正在开发芳基吡唑类杀虫剂pyriprole(开发代号V3086),防治半翅目和鞘翅目害虫,土壤和叶面施用。三井化学和巴斯夫正在开发广谱杀虫剂broflanilide(开发代号MCI-8007),用于包括水稻在内的许多作物,防治鳞翅目和鞘翅目害虫。三氟苯嘧啶(triflumezopyrim,开发代号DPX-RAB55)和dicloromezotiaz(开发代号DPX-RDS63)是杜邦开发的2个水稻用杀虫剂,皆为新型介离子。三氟苯嘧啶广谱、高效、持效,对鳞翅目、同翅目等多种害虫均具有很好的防效,可用于棉花、水稻、玉米和大豆等作物。杜邦正将该产品开发用于水稻,防治水稻飞虱、叶蝉等,特别是防治褐飞虱。Dicloromezotiaz主要用于防治咀嚼式口器害虫。

3 水稻用除草剂^{[1]141-152}

2014年,水稻用除草剂的销售额为20.89亿美元,同比下降0.8%,占作物用除草剂市场的8.7%,占全球作物用农药市场的3.7%。2009—2012年,水稻用除草剂市场呈增长态势;2013—2014年,水稻用除草剂市场呈负增长。

在水稻田禾本科杂草防治剂中,种植前使用的除草剂主要有禾草敌等;芽前除草剂主要有丁草胺等;芽后除草剂主要包括莎稗磷、氟氯草酯、四唑草胺和溴丁酰草胺等;芽前和芽后皆可使用的除草剂主要包括苯噻酰草胺、噻草醚、二氯喹啉酸、pyrimisulfan、唑草胺和噁嗪草酮等。

在同时防除水稻田禾本科杂草和阔叶杂草的除草剂中,异噁草松既可用于种植前,也可用于芽前除草;芽前、芽后都可使用的除草剂主要包括苄嘧磺隆、五氟磺草胺、双唑草腈、吡嘧磺隆和双环磺草酮等;芽前除草剂主要有噁草酮、吡唑特、禾草丹和环戊噁草酮等;芽后除草剂主要包括丙炔噁磺隆、丙草胺、双草醚、敌稗和环丙嘧磺隆等;种植前、芽前、芽后都可使用的除草剂主要包括咪唑乙烟酸、二甲戊灵和乙氧氟草醚等。

在水稻田阔叶杂草防治剂中,有芽前和芽后都可使用的唑吡啶磺隆和氯吡啶磺隆等;有芽后除草

剂甲磺隆、灭草松、四唑嘧磺隆和2,4-滴等。

3.1 水稻用除草剂主要市场

2014年,中国、印尼、越南水稻种植面积略微下降,泰国、日本、韩国水稻种植面积大幅下降。印度和美国水稻种植面积上升。日本是水稻用除草剂使用第一大国,中国位居第二,其后依次为巴西、美国、印度、越南、泰国、意大利、韩国和印尼等。

3.1.1 日本市场

1994年之后,随着水稻种植面积和价格的走低,除草剂销售也有所降低。尽管2000年后日本水稻用除草剂市场有所复苏。2014年,日本水稻用除草剂市场占全球水稻用除草剂市场的30.6%,销售额为6.4亿美元,同比下降6.8%。其市场下降与水稻种植面积密切相关。

日本水稻田主要一年生杂草有稗草、异型莎草、鸭舌草、节节菜、陌上菜、蛇眼、繁缕、多花水苋。多年生杂草有牛毛毡、萤蔺、矮慈姑、窄叶泽泻、水莎草、慈姑、野荸荠、眼子菜、水芹、日本蓼草。

日本水稻为单季稻,其种植品种和种植技术有别于其他东亚一些国家,主要采用机器移栽,另外还有少许直播稻田。在日本使用量较大,用于“一次性”除草的品种有噁嗪草酮、氰氟草酯、四唑嘧草胺、嘧草醚、溴丁酰草胺、苯噻草胺、异戊净。此外,用于防除阔叶杂草的较大品种有双唑草腈、环戊噁草酮、丙草胺、苄嘧磺隆、唑吡嘧磺隆、吡嘧磺隆、双环磺草酮、tefuryltrione和pyrazolate。

3.1.2 中国市场

亚洲水稻种植面积虽大,但仅有泰国、越南、中国和中国台湾地区有稻米出口。2014年,中国占据水稻用除草剂市场的第二位,印度、越南分列第五和第六位,超过巴西和美国。因国内大米需求旺盛,我国近年出口呈下降趋势。

2014年,尽管我国的水稻种植面积同比下降了0.3%,但水稻用除草剂市场同比增长5.4%,销售额达3.90亿美元。销售额增长主要得益于五氟磺草胺等新颖除草剂使用量的增加。五氟磺草胺现已成为我国水稻用除草剂市场的领军产品,其后分别为丁草胺、百草枯、灭草松、二氯喹啉酸、莎稗磷、氰氟草酯、吡嘧磺隆、苄嘧磺隆和草甘膦。

3.1.3 亚洲其他国家

泰国、越南也是水稻用除草剂重要市场。2014年,泰国水稻种植面积下降3.7%,水稻用除草剂市场下降6.9%至0.67亿美元。像许多亚洲市场一样,老产品依然占据泰国水稻用除草剂的重要市场。领先

产品有异噁草松、丁草胺、丙草胺、双草醚、氰氟草酯、吡嘧磺隆、二氯喹啉酸、噁草酮、嘧啶肟草醚以及草铵膦等。

2014年,越南水稻种植面积下降0.3%,水稻用除草剂市场上升4.1%至1.02亿美元。领先产品包括丙草胺、五氟磺草胺、双草醚、氰氟草酯、丁草胺、二氯喹啉酸、2,4-滴、嘧啶肟草醚、苄嘧磺隆和吡氟禾草灵等。

与其他发展中国家相比,印度水稻用除草剂的用量相对较低。2014年,印度水稻种植面积同比增长2.7%,除草剂市场同比上升8.4%至1.05亿美元,主要品种有丙草胺、喹禾灵、双草醚、百草枯、二甲戊灵、乙氧氟草醚、草甘膦、丁草胺、莎稗磷、丙炔噁草酮等。

3.2 水稻用除草剂主要品种

水稻用除草剂主要为广谱性除草剂,如2,4-滴、丁草胺和敌稗等,且持续多年占据重要市场。随着杜邦公司磺酰脲类除草剂的上市,这种市场格局才被打破,尤其是1984年苄嘧磺隆的上市。苄嘧磺隆开创了“一次性”除草的新时代,水稻用除草剂市场发生了革命性的变化。苄嘧磺隆对禾本科杂草和阔叶杂草均有效,通常与其它品种复配使用。磺酰脲类除草剂的成功导致类似化合物的大量开发,而且除草谱更广,包括莎草和多年生杂草。

2014年,在全球水稻用除草剂市场的前十大产品中,五氟磺草胺居首位,其后依次为氰氟草酯、丙草胺、丁草胺、双草醚、双唑草腈、灭草松、苄嘧磺隆、二氯喹啉酸和敌稗。

3.2.1 五氟磺草胺

五氟磺草胺2005年由陶氏益农上市,用于旱育秧、水育秧稻田和移栽稻田。其适用于大多数国家的水稻生产,防除稗草、阔叶杂草以及苄嘧磺隆抗性杂草^[7]。2014年,其在中国的销售大增,全球销售额达2.6亿美元,2009—2014年复合年增长率为18.8%^[2]。

3.2.2 氰氟草酯

氰氟草酯1996年由陶氏益农上市,主要用于水稻。目前,氰氟草酯在东亚国家都有上市,主要市场在日本和中国。在日本其用做“一次性”除草产品。2002年在美国登记,2005年在澳大利亚登记,此外还在欧洲登记。氰氟草酯适配性强,可配伍的品种众多,其还可桶混使用,是水稻用除草剂市场的有力竞争品种。氰氟草酯2014年全球销售额为1.55亿美元,2009—2014年复合年增长率为14.1%^[2]。

3.2.3 丙草胺

丙草胺1984年由诺华(现先正达)公司首先上

市用于水稻,目前主要市场在印度、日本和越南。其可与氟氟草酯、异戊净和吡嘧磺隆等复配用于“一次性”除草。2013—2014年稻米价格疲软,其销售连续2年下降。2014年全球销售额为1.2亿美元,2009—2014年复合年增长率为5.9%^[2]。

3.3 水稻用除草剂的研究与开发

2007年,意大利意赛格公司上市了具有交叉防治谱的磺酰脲类除草剂噻苯胺磺隆,用于水稻移栽田防除稗草、莎草和阔叶杂草。2008年,韩国东部韩农株式会社在韩国上市了噻唑草胺,防除水稻田禾本科杂草。Tefuryltrione由拜耳、北兴化学和Zennoh共同开发,2008年在日本上市,用于水稻。2009年,组合化学上市了磺酰苯胺类除草剂pyrimisulfan,防除水稻田禾本科杂草,芽前、芽后皆可施用;而广谱磺酰脲类除草剂丙嘧嘧磺隆由住友化学上市,其具有交叉防治谱,用于防除水稻田一年生杂草。2009年,Kyoyu Agri还上市了广谱水稻用除草剂双唑草腈,用于防除禾本科杂草和阔叶杂草。2012年,日产化学上市了磺酰脲类除草剂噻吡嘧磺隆,防除水稻移栽田一年生和多年生杂草。2014年,北兴化学上市了三唑酮类除草剂ipfencarbazone,而组合化学上市了噻唑类除草剂fenoxasulfone。两者皆具有广泛的杂草防治谱。

尽管水稻用除草剂市场相对成熟,但时至2014年,仍有6个产品正在开发用于水稻。

拜耳开发了乙酰乳酸合成酶(ALS)抑制剂类除草剂氟酮磺草胺(triafalone),开发代号为AE 1887196,芽前、芽后使用,可有效防除水稻田稗草、其他禾本科杂草和莎草等。2014年,氟酮磺草胺与tefuryltrione的复配产品在韩国首先登记,用于水稻田。2015年,93.6%氟酮磺草胺原药和19%氟酮磺草胺悬浮剂(商品名垦收)在我国获准登记。

陶氏益农正在开发的florpyrauxifen为芳基取代的吡啶羧酸类除草剂,开发代号XDE-848,预计2017年取得登记。该品种有望成为水稻用除草剂五氟磺草胺的重要补充,其作用机理新颖,可用于防除抗性杂草。

组合化学正在开发的fenquinotrione为HPPD(对羟基苯基丙酮酸双氧化酶)抑制剂类除草剂,开发代号KIH 3653,石原产业正在开发SL-261,芽前和芽后使用,防除水稻田禾本科杂草和阔叶杂草;三井化学的cyclopyrimorate还处于早期开发阶段,开发代号H-965,富美实正在开发F9600,该产品为触杀型广谱除草剂,可有效防除水稻田禾本科杂草和阔

叶杂草。

4 水稻用三大类农药市场展望

在较长的一段时间内,世界对稻米的需求,尤其是亚洲对稻米的需求,很可能持续增长。不过,这些影响可能会被东北亚一些国家(如日本和韩国等)水稻市场的停滞所抵消。这些市场虽相对成熟,但其很容易接受新产品,从而驱动市场的增长,尤其是日本,更是如此。

长期来看,水稻用杀菌剂市场将会有所增长。因为在发展中市场,高价值的产品将持续取代老产品。预计全球水稻用杀菌剂2019年的销售额可达13.23亿美元,2014—2019年复合年增长率为4.5%。

由于农药管理趋严,尤其是中国和泰国等国家和地区对部分大吨位有机磷老旧农药产品的严格管理,已经驱动了水稻用杀虫剂销售额的提升。另外,中国为提高水稻产量采取了一系列措施,应该也能推动中国水稻用杀虫剂市场的增长,特别是那些作用机理不同于现有主流产品的杀虫剂及有利于解决抗性问题的产品,其市场份额的增长往往较快。预计全球水稻用杀虫剂2019年的销售额可达21.19亿美元,2014—2019年的复合年增长率为3.5%。

2014年,季风气候的不利影响阻碍了水稻用除草剂市场的发展。水稻用除草剂市场增长主要得益于发展中国家除草剂用量的增加,包括用药频次的提高。展望未来,亚洲对稻米的需求将促进除草剂销售的继续上扬。预计水稻用除草剂2019年全球销售额将达到24.84亿美元,2009—2014年复合年增长率为3.5%。

参考文献

- [1] Phillips McDougall. AgriService. Crops Section—2014 Market [R]. Phillips McDougall—AgriService, 2015.
- [2] Phillips McDougall. AgriService. Products Section—2014 Market [R]. Phillips McDougall—AgriService, 2015.
- [3] Tomlin C D S. The e-Pesticide Manual [DB/CD]. 16th ed. Brighton: British Crop Production Council, 2011: 54.
- [4] 魏广太,周保东,周燕,等. 25%苯醚甲环唑EC对水稻纹枯病和稻曲病的防治试验[J]. 现代农药, 2009, 8(2): 51-53.
- [5] 徐德进,金旻琦,顾中言,等. 毒死蜱在水稻害虫防治中的应用概述[J]. 现代农药, 2007, 6(2): 6-9.
- [6] 赵平,严秋旭,李新,等. 全球水稻田除草剂的使用现状及市场[J]. 农药, 2012, 51(11): 781-784.
- [7] 顾林玲. 三唑并嘧啶磺酰胺类除草剂——五氟磺草胺[J]. 现代农药, 2015, 14(2): 46-51.

(责任编辑:顾林玲)