

冯程程,马 红. 除草剂应用现状及挑战[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):111-113.

除草剂应用现状及挑战

冯程程,马 红

(东北农业大学农学院,黑龙江哈尔滨 150030)

摘要:除草剂是现代化农业必不可少的一项技术,是农田防除杂草最有效的工具,是农业高产稳产的保证。然而近几年随着除草剂大量、广泛的使用,除草剂药害、杂草抗药性、除草剂的长残留等一系列问题也产生了。本文综述了我国目前除草剂应用现状及面临的挑战。

关键词:除草剂;药害;杂草抗药性;长残留性;杂草种群

中图分类号:S-1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)08-0111-03

除草剂是当前农田杂草防除中最有利的工具,具有经济、高效、省时、省工等特点,有的品种还兼有促进植物生长的作用。除草剂能够大幅度提高劳动生产效率,是实现农业现代化必不可少的一项技术,是农业高产、稳产的保证。农田杂草是一类严重危害农业生产的重要生物灾害。19 世纪末期,欧洲人在防治葡萄霜霉病时,发现硫酸铜能防治麦田一些十字花科杂草而不伤害作物,这是农田化学除草的开端。1932 年选择性除草剂二硝酚与地乐酚的发现,使除草剂进入了有机化合物的领域^[1]。1942 年美国 Zimmerman 等发现了 2,4-D 具有生长调节作用,并具有内吸传导及选择性除草原理作用,就此开辟了化学除草的新纪元。自此许多除草剂新品种不断涌现,主要有二苯醚类、苯氧羧酸类、酰胺类、环己烯酮类、咪唑啉酮类、磺酰脲类等,并以杂环类和含氟化物发展最为迅速^[2]。1975 年,使用范围极广的灭生性除草剂草甘膦问世,由于其优良的传导性,很快成为全球除草剂市场中举足轻重的品种^[3]。我国从 1956 年开始在稻田试验 2,4,5-T,1958 年沈阳化工场开始生产 2,4-D 丁酯,揭开了我国除草剂工业的历史。1960—1970 年,敌稗、除草醚、扑草净等除草剂的开发使水田除草有了较大发展^[4]。20 世纪 70 年代以后,取代类、三氯苯类一些品种陆续开始生产并投入使用,我国化学除草面积达 170 万 hm^2 ,之后化学除草面积进一步扩大^[5]。20 世纪 80 年代是我国除草兴旺发展的时期,化学除草面积达 1 300 多万 hm^2 ,其中以磺酰脲类(绿磺隆、甲磺隆)、咪唑啉酮(咪唑乙烟酸)、磺酰胺类及嘧啶水杨酸为代表的超高效除草剂系列品种,开创了化学除草剂的“超高效时代”^[6]。到 20 世纪 90 年代中期化学除草面积达 4 000 万 hm^2 ,占我国播种面积的 1/4^[5]。然而随着除草剂的广泛与长期使用,除草剂药害、毒性与污染,杂草抗药性,杂草种群变化,病虫害变化,施药技术落后等问题随之产生,近年来除草剂面临的问题

越来越严峻。2002 年统计结果表明,我国农田草害发生面积 503.5 万 hm^2 ,由于杂草危害减产粮食达 175 亿 kg ^[7]。

1 除草剂药害

高活性除草剂的开发应用在为农业带来益处的同时,由于使用不合理、误用、滥用、混用不当,除草剂药害问题日益突出,对农业安全生产造成严重危害。1984 年,陕西省冬小麦应用 2,4-D 丁酯大面积产生药害。1988 年,江苏省盐城地区冬小麦应用百草敌大面积产生药害。1993 年,江苏省冬小麦使用氯磺隆·甲磺隆混剂造成后茬逾 133.3 hm^2 玉米、甘薯、大豆受害^[8]。2000 年以来,安徽省每年发生除草剂产品质量问题或不正确使用导致药害事件数十起,每起受害面积 1 300~33 000 hm^2 不等,直接经济损失 700 万~4 500 万元^[9]。2005—2006 年安徽省五河县各类农作物发生药害面积约 2 110 hm^2 ,经济损失 3 322.4 万元。据不完全统计,2009 年仅湖南省因除草剂造成的药害面积就有 666.7 hm^2 左右,其中长沙县有一户烟农就达近 6.7 hm^2 ,几乎绝收^[10]。除草剂产生药害的原因有很多。作物敏感期施药造成药害,如棉花对二甲四氯、2,4-D 特别敏感,稍有其气味,棉叶就成鸡爪叶,需特别小心。使用长残留除草剂造成药害,如磺酰脲类除草剂使用后残留期较长,对后茬敏感作物容易造成药害^[11]。除草剂本身安全系数小造成药害,除草剂的安全系数应达 2 以上,但有一些药剂达不到 2,如 48% 百草敌麦田安全化除,用量需 3 000 mL/hm^2 ,但超过 375 mL/hm^2 就可能产生药害,安全系数只有 1.2^[12]。除草剂杂质的影响造成药害,如杀草丹常会混杂邻位杀草丹,邻位杀草丹对稻芽的毒害比邻位杀草丹大 17 倍。除草剂的淋溶性影响造成药害,如稻乐思即都尔,水溶解度达 530 mg/L ,在土中很易淋溶,漏水稻田或药后 2~3 d 放水,农药就随水渗至稻根,造成药害^[13]。农田操作管理不当造成药害,如稻谷萌芽前排水不及时,或田面不平、排水不净均会产生严重药害。除草剂使用方法不当造成药害,如在使用除草剂乙·莠时,它的用药时期较短,适宜在玉米播种出苗期使用,而有的农民在玉米出苗后 3 叶期还在施用^[14]。除草剂飘移药害,如 2,4-D 防除小麦水稻中双子叶杂草时,雾滴飘移到双子叶作物蔬菜、果树、敏感作物上产生药害;玉米田应用灭生性除草剂百草枯,在稻田坝埂上使用草甘膦,如果防护措施不严,会有少量雾滴落到玉米下部的叶

收稿日期:2014-01-07

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303031);黑龙江省教育厅 2011 年度科学技术研究(面上)项目(编号:11551060)。
作者简介:冯程程(1992—),女,本科生。E-mail:1599455343@qq.com。

通信作者:马 红,副教授,硕士生导师,研究方向为杂草科学及防治。E-mail:mahongneau@163.com。

片上或稻田边缘的叶片上,极易造成局部药害^[15]。施药器械不标准、喷雾器清洁不彻底、作业不标准造成药害,如喷药仪器不标准,造成喷药量不均匀,使作物局部受害;稻田毒土法施药时,土壤与除草剂混拌不匀,造成水稻局部受害^[16]。使用喷过除草剂的喷雾器时,不及时清洗喷雾器,使喷雾器中残留药液,就进行下一项操作,容易造成药害,如喷过苄嘧磺隆、吡嘧磺隆等高效除草剂的喷雾器械,未及时清洗就喷施其他杀虫、杀菌剂防治蔬菜病虫,引起严重药害^[17]。除草剂施用时期不当造成药害,如在玉米田应用 2,4-D 丁酯,苗后茎叶处理比播后苗前土壤处理易产生药害^[18]。异常环境条件造成药害,如稻田应用丁草胺、莎稗磷,在低温多雨以及水层过深时,水稻幼苗显著受抑制,甚至有死苗现象;苯达松、氟磺胺草醚等在高温干旱条件下喷洒,会使大豆叶片有烧灼状的褐色枯斑^[19]。除草剂混用药害,如防除大豆田杂草时,将三氟羧草醚与烯禾定混用,会加重三氟羧草醚对大豆的危害;敌稗与 2,4-D、有机磷、氨基甲酸酯及硫代氨基甲酸酯杀虫剂混用,严重抑制水稻体内使敌稗水解的芳基酰胺酶的活性,从而使水稻受害^[20]。

2 杂草抗药性

近年来除草剂高频率、大面积的使用,在给农民带来方便的同时,也伴随杂草产生抗药性的问题。目前,杂草抗性问题的突出,备受全球关注。杂草种群内,个体的多实性、易变性、多型性及对环境的高度适应性和遗传多样性是产生抗性的内在因素^[21],而除草剂的选择压力和作用靶标单一诱发抗性个体的产生起到筛选抗性的作用^[22]。多年连续使用某单一选择性除草剂或作用机制相同的不同除草剂,杂草群体中敏感个体被不断杀死,而抵抗力和适应性强的抗性个体被保留下来,并不断产生种子,种群中抗性个体不断增加,这样年复一年,种群中抗药性生物型逐渐成为主体^[23]。据统计,全球共有 200 多种杂草对除草剂产生抗性^[24]。例如加拿大由于使用均三氮苯类除草剂,玉米田施药量大,杂草抗性增加,已出现禁止使用阿特拉津和西玛津的情况^[11]。1957 年在加拿大首次发现野胡萝卜 (*Daucus carota*) 抗激素类除草剂的生物型^[25]。1970 年 Ryan 报道了欧洲千里光 (*Senecio dubitabilis*) 对三氮苯类除草剂产生抗性,之后全世界报道的抗药性杂草种类不断增加^[21]。据 LeBaron 报道,1990 年世界上有 31 个国家和地区共发现 113 种抗性杂草^[26]。1995—1996 年,国际抗除草剂杂草调查委员会记录了 42 个国家和地区的 183 个抗除草剂杂草生物型。2000 年,全球 44 个国家已发现 233 种抗性杂草生物型对 17 类除草剂产生了抗性,抗除草剂杂草的种类呈上升的趋势,其分布范围已遍及六大洲^[27]。到 2012 年 11 月 4 日,美国杂草抗性网上公布了 37 个生物型杂草对除草剂产生抗性^[28]。抗性杂草生物型最多的是 ALS 抑制剂,涉及五类化合物:磺酰脲 (SU)、咪唑啉酮 (IMI)、三唑啉酮 (TP)、嘧啶氧苯甲酸 (CPOB) 及磺酰胺羧基-三唑啉酮。ALS 抑制除草剂是目前应用最广泛的除草剂,因为其高效、广谱、低用量、选择性强而在世界各地迅速大面积应用^[29]。截至目前,全球共计报道 127 个生物型的抗性杂草,抗 ALS 抑制剂的杂草数量 99 种,远超其他除草剂的抗性杂草数量。其次是光系统 II 抑制剂,抗性生物型 69 个。第三为 ACCase 抑

制剂,抗性生物型 42 个^[24]。1997 年发现,在马来西亚连续使用草甘膦 10 年后,牛筋草 (*Eleusine indica*) 产生了抗性,抗性提高了 8~12 倍。1999 年末,在智利果园农民发现草甘膦防治多花黑麦草 (*Lolium multiflorum*) 效果很差,连续使用草甘膦 8~10 年造成的选择压力是杂草抗性发展的结果^[30]。我国在黑龙江省大豆田广泛应用的咪唑乙烟酸与氯嘧磺隆,这种单一靶标酶 (乙酰乳酸合酶, ALS) 的除草剂的轮回或重复使用,对作物田杂草产生高选择压力,杂草对靶标 ALS 的除草剂抗性明显增加^[29]。江苏省农业科学院发现,在连续 6 年使用绿磺隆的昆山市,牛繁缕的抗药性明显增加。华南农业大学提出我国稻田稗草在使用丁草胺 8~12 年的地区,对丁草胺的抗性比为 1.27~5.42,在使用禾草丹 10 年以上的地区,对禾草丹的抗性比 >2.8^[18]。

3 除草剂的长残留性与污染

长残效除草剂有莠去津、咪唑乙烟酸、胺苯磺隆等,它们对土壤、水源、环境等有残留毒性,有的除草剂还有致畸、致癌、致突变的作用。例如,在德国和荷兰等国发现地下水源受到莠去津的严重污染引起人们的不安;意大利和越南大量使用 2,4-D 引起了当地新生婴儿畸形,妇女流产增多^[31]。长残留除草剂在土壤中残留时间长,一般可达 2~3 年,有的可达 3~5 年,在轮作农田中使用极易造成后茬作物药害,植株无法正常生长,减产甚至绝产,造成严重损失。如前茬施用 2,4-D 丁酯,2 甲 4 氯除草剂的田地里种植蔬菜,可使其根、茎、叶、花和果畸形;上茬作物应用莠去津后,下茬不能种植黄瓜、甜菜、谷子、水稻、大豆、烟草等^[32]。1981 年 Richardson 首先发现了氯磺隆对后茬甜菜有着严重的药害。1983 年 Zim 等发现氯磺隆对后茬玉米、向日葵及菜豆有药害^[17]。1994 年,四川省冬小麦使用甲磺隆造成后茬逾 467 hm² 早稻与 200 hm² 玉米、棉花受害。1993 年江苏省在麦田使用氯·甲磺隆混剂,在近 140 hm² 农田中对后茬玉米、大豆和甘薯造成药害。1994 年四川省使用甲磺隆防治麦田杂草,使近 2 000 hm² 后茬玉米、棉花受害^[33]。1994 年浙江、江苏、安徽等省冬油菜使用胺苯磺隆,造成后茬逾 2 万 hm² 早稻受害^[34]。2000 年黑龙江 856 农场 66.7 hm² 向日葵因上茬玉米和大豆分别使用莠去津及赛克津导致下茬向日葵产生药害^[34]。2006 年河南省由于苯磺隆除草剂的长残留影响,致使 7 000 hm² 后茬作物产生药害,受损严重^[16]。

4 农田杂草种群变化

除草剂之所以能引起杂草群落的变化,是由于对杂草具有一定的选择性,有些除草剂可用在禾谷类田中防除阔叶杂草,有些则用于阔叶作物田防除禾本科杂草。有些虽能兼治禾本科和阔叶杂草,但对不同杂草的毒性仍有差别。长期使用同一种或同一类除草剂后,大量对除草剂敏感的群体被杀死而减少,而另一些不敏感或已产生抗性的群体得以存活,致使杂草群落发生改变而逐渐演替,使次要地位的杂草可能演替为优势杂草。在杂草地和弃耕田作物生态环境,连续 1~4 年单一使用 2,4-D、西玛津,杂草群落的物种组成和个体数量会发生显著变化^[15]。例如美国西部的禾本科杂草发展成为严重的问题,就是与 2,4-D 类除草剂长期广泛使用分不

开的。禾谷类作物田连年使用 2,4-D 丁酯,导致阔叶杂草减少,而野燕麦、看麦娘等禾本科杂草逐年增多^[18]。我国 1948 年开始在稻田使用 2,4-D 类激素型除草剂,使双子叶杂草受到抑制,而稗草上升为主要杂草;1959 年后推广除稗剂,有效抑制了稗草,但又使某些莎草科及多年生杂草有所发展,如野慈姑、莎草等^[34]。在上海地区,冬麦田长期使用 2,4-D 等选择性除草剂后,阔叶杂草逐渐减少,而看麦娘、日本看麦娘与禾本科杂草增加;改用氯磺隆后尽管减少了看麦娘、日本看麦娘等杂草的危害,却又使硬草等种群迅速增长,上升为优势群体,也使得原先仅分布于非作物生态环境的棒头草侵入麦田成为恶性杂草^[1]。黑龙江省在大豆田使用氟乐灵防除杂草后,鸭跖草、苍耳、狼把草、风花菜、龙葵、苣荬菜等阔叶杂草取代了稗草、野燕麦等禾本科杂草。在玉米田使用西玛津控制了多种一年生杂草,却使一些耐药性的禾本科杂草及一些多年生杂草增加^[35]。草甘膦的连续使用,促使杂草群落发生显著变化,如连续应用草甘膦 3 年以上,番薯、小白洒草、刺莴苣、地肤、苍耳、苋、藜、猪毛菜等增多^[36]。在多年连续使用磺酰脲类除草剂防治麦田落叶杂草,引起麦田杂草群落变化,原以播娘蒿为主要种类的双子叶杂草群落演变成以雀麦、播娘蒿为主的单、双子叶混生杂草群落,并且雀麦的数量逐年增加^[34]。

由此看来我国除草剂使用面临着相当严峻的问题。这与部分使用者尤其是农民知识水平欠缺、专业技术水平较低、不了解除草剂选择使用知识密不可分。除草剂使用者应多了解除草剂使用知识,合理安全地使用除草剂,减少对农作物的药害,提高配制和使用水平,不要随意加大配药浓度。注意喷药方式,及时清洗机械等。除此之外合理交替使用除草剂,作物轮作,土壤耕作以及栽培措施在内的综合治理可以避免或减少杂草抗性。施用除草剂应严格按照规定的剂量使用,避免超量使用长残效除草剂,尽量选用高效、低毒、低残留、环保型农药。只有在正确合理使用除草剂的前提下,才能更好提高作物产量,促进我国农业更高更快发展。

参考文献:

- [1] 马奇祥,常中先,李正先. 农田杂草化学防除图谱[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1998:43-46.
- [2] 陈铁保. 我国除草剂应用的现状及问题[J]. 农药科学与管理,1989(2):43-44.
- [3] 魏福香. 除草剂的现状及发展趋势[J]. 安徽农业,1999(3):8-9.
- [4] 苏少泉. 农田化学除草的发展现况与展望[J]. 世界农业,1979(2):40-61.
- [5] 陈志石,李 贵,吴竞伦. 玉米田化学除草剂的发展及其在我国的应用[J]. 杂草科学,2008(2):1-4.
- [6] 张敏恒. 磺酰脲类除草剂的发展现状、市场与未来趋势[J]. 农药,2010,49(4):235-240,245.
- [7] 彭学岗. 我国水稻田杂草对除草剂的抗性现状及防治策略[J]. 湖北植保,2012(3):62-63.
- [8] 张宏军,刘 学,沙虎全,等. 我国除草剂登记使用现状及存在问题[J]. 杂草科学,2011,29(1):7-11,16.
- [9] 刘 延,刘 波,王险峰,等. 中国化学除草问题与对策[J]. 农药,2005,44(7):289-293,305.

- [10] 薛元海. 除草剂的药害及其预防[J]. 杂草科学,2003(3):1-4.
- [11] 张 辉,唐国强. 除草剂产生危害的原因及其防控措施[J]. 现代农业科技,2011(17):174-175.
- [12] 陈一品. 除草剂药害原因及预防[J]. 杂草科学,2008(1):53-55.
- [13] 张林华. 浅谈除草剂药害及其补救措施[J]. 杂草科学,2009(4):63-65.
- [14] 苏少泉. 我国除草剂造成作物的药害与预防[J]. 现代农药,2006,5(4):1-4,12.
- [15] 苏少泉. 除草剂药害的诊断与预防[J]. 现代化农业,1988(7):13-14.
- [16] 苏少泉. 除草剂使用中的若干问题[J]. 现代化农业,2008(4):3-5.
- [17] 苏少泉. 我国东北地区除草剂使用及问题[J]. 农药,2004,43(2):53-55.
- [18] 张朝贤,张跃进. 农田杂草防除手册[M]. 北京:中国农业出版社,2000:226-258.
- [19] 李书武,徐玉芳. 除草剂药害原因及救治对策[J]. 安徽农学通报,2008,14(6):110.
- [20] 张永红. 除草剂药害产生原因及补救措施[J]. 中国农技推广,2009(5):41-42.
- [21] 韩庆莉,沈嘉祥. 杂草抗药性的形成、作用机理研究进展[J]. 云南农业大学学报,2004,19(5):556-561.
- [22] 马 红,陈亿兵,陶 波. 影响抗药性杂草发生的因素[J]. 东北农业大学学报,2007,38(2):275-278.
- [23] 张 武. 抗药性杂草产生原因及治理策略[J]. 黑龙江农业科学,2011(5):52-54.
- [24] 彭学岗,金 涛,张景远. 除草剂面临的挑战及草甘膦复配的意义[J]. 杂草科学,2013,31(1):5-9.
- [25] 苏少泉. 激素类除草剂的发展与杂草抗性[J]. 农药研究与应用,2011,15(6):1-6.
- [26] 钱 希. 抗性杂草发展概况[J]. 世界农业,1994(12):37-38.
- [27] 杨彩宏,田兴山,岳茂峰,等. 农田杂草抗药性概述[J]. 中国农学通报,2009,25(22):236-240.
- [28] 金景学. 杂草抗性发展趋势及杂草综合管理策略[J]. 湖北植保,2012(6):56-58.
- [29] 张朝贤,黄红娟,崔海兰,等. 抗药性杂草与治理[J]. 植物保护,2013,39(5):99-102.
- [30] 苏少泉. 杂草对草甘膦抗性的发展及其治理[J]. 农药研究与应用,2009,2(2):1-5.
- [31] 赵长山,何付丽,闫春秀. 黑龙江省化学除草现状及存在问题[J]. 东北农业大学学报,2008,39(8):136-139.
- [32] 姚东瑞,陈 杰,宋小玲,等. 磺酰脲类除草剂残留与降解研究进展[J]. 农药,1997,7(7):29-34.
- [33] 张朝贤,钱益新,胡祥恩,等. 合理用药预防长残效除草剂残留药害[J]. 杂草科学,1998(2):2-4.
- [34] 华南农学院. 除草剂引起农田杂草群落的改变[M]. 北京:农业出版社,1983:322-325.
- [35] 王险峰. 黑龙江垦区农田化学除草引起的杂草群落演变及对策[J]. 农药科学与管理,1991(4):25-26,47.
- [36] 姜德锋,刘树堂,陈洁敏,等. 化学除草对麦田杂草群落结构的影响[J]. 植物保护学报,1999,26(4):367-370.