

2011中国
水稻生态农业报告
——东北稻作区篇

GREENPEACE 绿色和平

greenpeace.cn

马世铭

中国农业科学院
农业环境与可持续发展研究所

目 录

1 中国东北稻作区概况	1
1.1 东北稻作区水稻种植面积与产量	1
1.2 东北稻作区水稻种植特点	4
2 中国东北稻作区主要病虫害及其主要防治措施	6
2.1 水稻主要病害	6
2.2 水稻主要虫害	12
2.3 水稻田主要杂草	14
3 中国东北稻作区农田农药使用现状及对环境的影响	17
3.1 东北稻作区农田农药使用现状	17
3.2 东北稻作区水稻病虫害防治主要农药品种	18
3.3 农药残留对环境的影响	20
4 东北地区主要生态稻作方法简介	21
4.1 稻鸭共栖	21
4.2 稻蟹共育	23
4.3 稻田养鱼	23
4.4 水稻常见病虫害的农业防治	24
4.5 生态稻作方法的评价	26
4.6 其他防治技术	26
5 东北稻作区病虫害综合防控存在的问题及对策	28
5.1 问题分析	28
5.2 对策与建议	29
主要参考文献	31
鸣谢	34
附录：2011年水稻重大病虫害防治技术方案	35

中国水稻生态农业报告

——东北稻作区篇

水稻是全世界最重要的粮食作物之一，其栽培面积和总产量仅次于小麦。中国是世界上最大的水稻生产和消费国，2010年播种面积2987.3万 hm^2 ，占世界稻谷总产量的35%左右，稻谷总产量19576.1万t，均居世界首位；中国65%的人口以稻米为主食，2010年稻谷消费量18650万t，占稻谷生产量的94.7%，其中口粮消费15625万t，占稻谷消费量的83.8%，占粮食消费量的33.7%。中国稻米生产以其辉煌的成就解决了占世界1/5人口的吃饭问题，为人类生存和发展做出了历史性贡献^[1]。掌握稻米质量安全状况不仅对中国乃至世界公众健康和社会稳定都具有重要意义。

水稻病虫害防治过程的质量安全控制与稻米质量安全密切相关，为推进中国生态稻作、提高稻米质量和改善民生，本研究以东北三省（黑龙江、吉林、辽宁）为调研区域，通过生产调研、文献分析、与植保研究技术人员座谈等方式相结合的研究方法，重点考察中国东北稻作区（黑龙江、吉林、辽宁）的稻作发展和病虫害发生状况，综合评价稻田有害生物的防治现状及其主要防控模式与防治效果，分析总结该区稻田病虫害生态防控的关键技术和主要示范模式，以期为中国东北稻作区稻田病虫害生态防控提供技术方案。

1 中国东北稻作区概况

东北三省包括黑龙江、吉林、辽宁三省，是我国的老工业基地和粮食主产区，具有综合的工业体系、完备的基础设施、丰富的农产品资源、优良的生态环境和雄厚的科教人力资源等优势。东北地区是中国农业开发潜力较大的区域之一，也是全国重要的综合性农业基地，在全国农业中占有举足轻重的地位。

1.1 东北稻作区水稻种植面积与产量

东北三省（黑龙江、吉林、辽宁）是中国东北早熟单季稻作区的主要产区，具有丰富的农业资源、优良的生态环境等优势，农业开发潜力较大。目前，从生产总量来说，水稻已经成为东北三省继玉米之后的第二大粮食作物。2010年水稻播种面积412万 hm^2 ，占全国水稻播种面积的13.8%，占北方稻区水稻面积的71%，总产2870万t，占全国稻谷总产量的14.6%，占北方稻区总产的68.4%，在全国水稻生产中占有举足轻重的地位（表1）。

表1 东北三省水稻播种面积、总产量与单产^[2]

a) 播种面积

年度	播种面积/万hm ²			
	黑龙江	吉林	辽宁	三省合计
2000	160.6	48.4	49.0	258
2001	157.7	46.5	45.0	249
2002	157.1	66.6	45.7	269
2003	129.5	54.1	39.2	223
2004	167.5	60.0	49.2	277
2005	185.0	65.4	53.8	304
2006	199.2	66.4	62.5	328
2007	225.3	67.0	66.1	358
2008	245.2	65.9	65.9	377
2009	263.6	66.0	65.7	395
2010	276.9	67.4	67.8	412

b) 总产量

年度	总产量/万t			
	黑龙江	吉林	辽宁	三省合计
2000	1042.2	374.8	375.5	1793
2001	1016.3	371.2	341.2	1729
2002	921.0	370.0	359.2	1650
2003	842.8	318.2	310.6	1472
2004	1120.0	437.6	382.4	1940
2005	1172.5	478.0	414.5	2065
2006	1360.0	493.0	426.6	2280
2007	1658.5	500.0	505.0	2664
2008	1518.0	579.0	505.6	2603
2009	1574.5	505.0	506.0	2586
2010	1843.9	568.5	457.6	2870

c) 单产

年度	每公顷产量/kg			
	黑龙江	吉林	辽宁	三省合计
2000	6489	7744	7701	7311
2001	6444	7976	6502	6974
2002	5861	5555	7301	6239
2003	6510	5882	7020	6471
2004	6687	7293	7378	7119
2005	6338	7309	7328	6992
2006	6511	7425	6826	6921
2007	7020	7464	7650	7378
2008	6191	8790	7680	7554
2009	6313	7647	7710	7223
2010	6659	8441	6749	7283

东北三省种植水稻的历史虽然不长，但发展势头迅猛。特别是改革开放以来，水稻种植得到了较快的发展，种植面积由1980年的84.9万hm²，总产422.5万t发展到2000年的258万hm²，总产1793万t，在20年间，面积扩大173.1万hm²，总产增加1370.5万t，分别是1949年不足25万hm²、总产58.1万t的10.3倍和30.9倍。松嫩平原、三江平原和松辽平原是东北粳稻生产的重要产区，集中了70%~80%的水稻生产^{[1], [2]}。

黑龙江省是北方水稻生产的大省，自2003年以来面积和总产迅速增加，2010年水稻面积达到276.9万hm²，占东北三省的67.2%，占北方稻区的39.9%，总产1843.9万t，总产占东北三省的64.2%（表1），占北方稻区的37.1%，其水稻面积、总产分别高于吉林与辽宁二省水稻面积、总产之和，而吉林与辽宁二省种植面积则趋于平稳（图1、图2）。

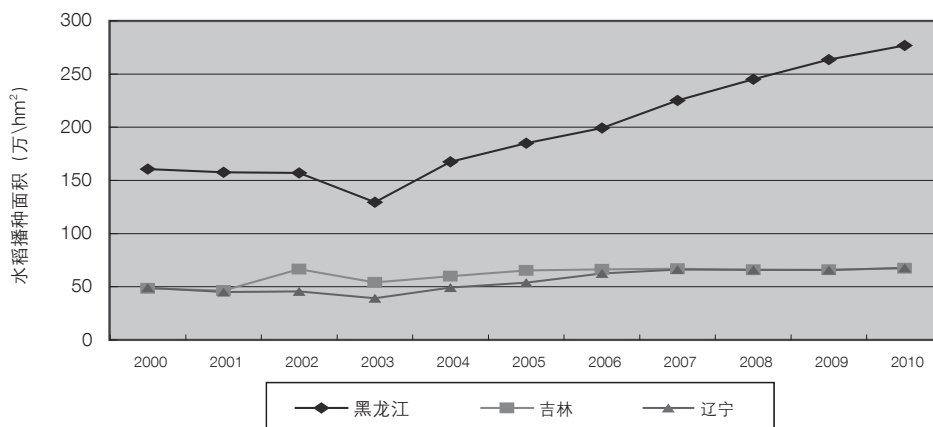


图1 2000-2010年东北三省水稻播种面积

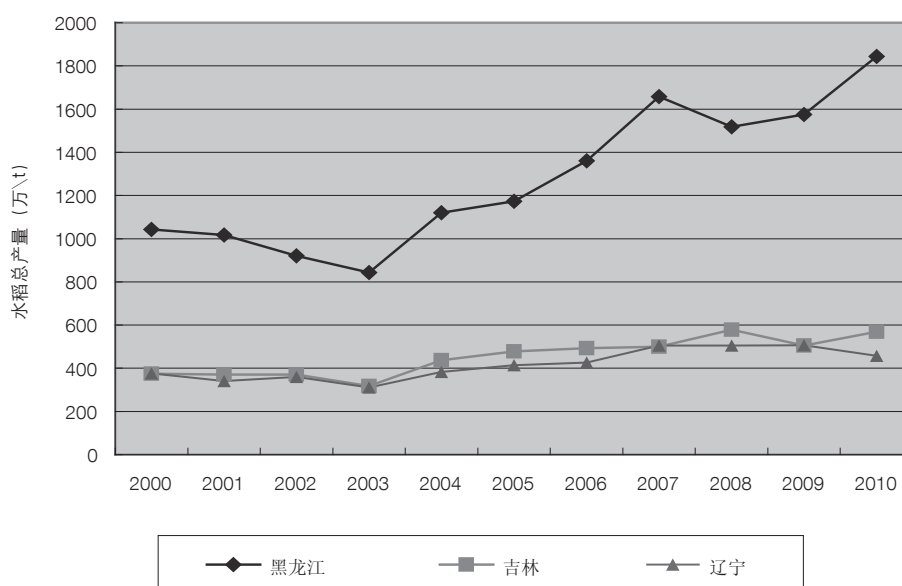


图2 2000-2010年东北三省水稻总产量

东北三省是重要的商品粮生产基地和主要的粳米出口基地。粮食播种面积占全国的17.38%，产量占15.83%，商品量占1/4，调出量占1/3。商品率高，米质优，稻谷商品率一直保持在60%以上，粳稻米质达到国标三级以上的占60%以上，另外，东北地区还是出口日本等粳米消费国的主要基地^[3]。

近年来，东北粳稻绿色种植及有机稻面积发展迅速，在不同稻区先后涌现出一大批龙头企业。据统计，目前东北三省绿色水稻种植面积已占40%~50%，有机水稻种植面积达到3%左右，水稻生产向优质高产的方向迈进，为大米加工创名优品牌提供了可靠的保证，呈现出良好的发展态势^[3]。

在种植技术方面普遍采用了以育苗移栽为主的先进技术，辽宁省还应用无纺布育苗新技术，黑龙江省采用了两段式育秧新方法，培育壮秧及延长生育日数等等，水稻栽培技术得到了快速发展、熟化及推广^{[3]、[4]、[5]}。

1.2 东北稻作区水稻种植特点

东北三省农业生产资源丰富，为单季粳稻生产提供了有利条件。年降雨量530~610mm，5~9月水稻生长期内的降雨量占年降雨量的80%。霜前 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的持续日数120~160天，此期间的活动积温2000~3000 $^{\circ}\text{C}$ ，年日照时数2200~3000小时，6~8月每天日照时数14小时以上，5~9月大部分地区日较差10~14 $^{\circ}\text{C}$ 。气候很适合发展优质单季粳稻生产。

根据中国水稻种植区划^[6]，东北三省稻作区属于东北早熟单季稻稻作区（图3）。

水稻种植区域

(资料来源:《中国农业区划的理论与实践》)



图3 中国水稻种植区划^[6]

本区位于辽东半岛和长城以北,大兴安岭以东。包括黑龙江及吉林省全部、辽宁省大部 and 内蒙古自治区的大兴安岭地区、哲里木盟中部的西巡河灌区,是我国纬度最高的稻作区域,属寒温带—暖温带、湿润—半干旱季风气候,夏季温热湿润,冬季酷寒漫长,无霜期短。年平均气温 $2\sim 10^{\circ}\text{C}$, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2000\sim 3700^{\circ}\text{C}$,年日照时数 $2200\sim 3100$ 小时,年降雨量 $350\sim 1100\text{mm}$ 。光照充足,但昼夜温差大,稻作生长期短。土壤多为肥沃、深厚的黑泥土、草甸土、棕壤以及盐碱土。本区地势平坦开阔,土层深厚,土壤肥沃,适于发展稻田机械化。耕作制度为一年一季稻,部分国营农场推行水稻与旱作物或绿肥隔年轮作。最北部的黑龙江省稻区,粳稻品质十分优良,近20年由于大力发展灌溉系统,稻作面积不断扩大,目前已达到 157万hm^2 ,成为中国粳稻的主产省之一。冷害是本区稻作的主要问题。

中西部和东北部为大平原,地势坦荡开阔,水资源丰富,土层深厚,土壤肥沃,机械化程度高,是我国重要的商品粮基地。稻区主要分布在辽河三角洲辽宁省中部和沿海平原,吉林、黑龙江两省的松花江平原,吉林省东南部和东辽河平原以及牡丹江半山区和铁延山边地区。本区分2个亚区:黑吉平原河谷特早熟亚区,辽河沿海平原早熟亚区。

黑吉平原河谷特早熟亚区

位于本稻作区的北中部—包括黑吉两省全部和内蒙古东部的部分地区,共138个县(旗)市。属寒温带—

温带、湿润—平干旱季风气候。年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $200\sim 3100^{\circ}\text{C}$ ，昼夜温差大。水稻安全播种期4月中旬至5月上旬，安全抽穗期7月下旬至8月上旬。年日照时数 $2000\sim 3100$ 小时，年太阳总辐射量 $100\sim 1200\text{kCal}/\text{cm}^2$ 。年降水量 $400\sim 1000\text{mm}$ ，80%集中在5~9月。水稻生长季日照时数长，光照强度大，有效积温虽偏少，但可满足一季早粳生育需要，昼夜温差大，水资源丰富，加之土地平坦，土壤肥沃，有利于种植水稻并获得高产。不利条件是延迟型冷害3~5年一遇，常造成水稻贪青晚熟。不育型冷害在40%的县经常发生，使结实率下降。

本亚区一年栽培一季水稻，冬季休闲。一些国营农场为改变连作造成的稻田土壤变劣和杂草丛生的状况，实行水旱轮作。

本亚区水稻品种为特早熟、早熟早粳稻类型，感温性强，感光性弱，耐寒性强。本亚区的水稻品种和材料，是我国稻作宝贵的耐寒品种资源。主要病害为稻瘟病。胡麻斑病、绵腐病、立枯病、细菌性褐斑病均有发生。近年新传入白叶枯病、纹枯病、稻曲病。主要虫害有稻潜叶蝇和负泥虫。

本亚区进一步发展水稻生产，要加快三江平原的水利建设，扩大水田面积。要改造低产田，不断总结和完善寒地稻作技术新体系，选育适应不同生态区的抗寒抗病早熟的新品种，深入研究防御低温冷寒的综合栽培技术，这些都是大幅度增产稻谷的措施。

辽河沿海平原早熟亚区

位于本稻作区的南部。包括辽宁省除西北部分以外的46个县市。属温带—暖温带湿润—半湿润季风气候。年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2900\sim 3700^{\circ}\text{C}$ 水稻安全播种期4月初至中旬；安全抽穗期8月上旬至中旬；5~9月的日照时数为 $1010\sim 1270$ 小时，太阳总辐射量 $66\sim 76\text{kCal}/\text{cm}^2$ 。年降水量 $350\sim 1100\text{mm}$ ，5~9月占全年的80%，尤以7月和8月两月最多。本亚区温、光条件对水稻种植有利，但延迟型冷害出现频率较高不育型冷害在山地、丘陵时有发生。

本亚区水稻品种为中、迟熟早粳稻类型，感温性强感光反应较弱杂交粳稻的研究和应用，在北方稻区中居领先地位主要病虫害与黑吉亚区摹本相似。本亚区今后发展水稻要进一步总结推广节水种稻经验，建立北方水稻节水生产体系，争取面积再扩大。发挥东北大米的米质好优势，建立生产基地，实行优质品种区域化种植和专业化生产，开辟国际市场，扩大出口。

2 中国东北稻作区主要病虫害及其主要防治措施

2.1 水稻主要病害

东北稻作区水稻的主要病害有稻瘟病 (*Pyricularia oryzae*)、水稻立枯病 (*Fusarium spp.*, *Rhizoctonia*

solani)、水稻恶苗病(*Gibberella fujikuroi*)。近年新传入白叶枯病(*Xanthomonas campestris* pv.*oryzae*)、纹枯病(*Rhizoctonia solani*)和稻曲病(*Ustilaginoidea oryzae*)等^[7]、^[8]、^[9]、^[10]、^[11]、^[12]。北方稻区包括黑龙江、吉林、辽宁、河北北部单季稻种植区，主要防治稻瘟病、纹枯病和稻曲病。

2.1.1 稻瘟病(*Pyricularia oryzae*)

稻瘟病属气流传播多循环病害，病菌主要在病稻草上越冬。为害水稻各部分，在整个生长期都有发生。秧苗发病后变成黄褐色而枯死。叶片斑点主要有两种：一是急性型病斑，呈暗绿色，多近圆形或椭圆形；二是慢性型病斑，多为梭形，外围有黄色晕圈，内部为褐色，中心灰白色，有褐色坏死线向两头延伸。茎节病斑呈黑褐色或黑色斑点，病斑在节上成环状蔓延，最后整个节变黑色坏死。穗茎病斑常在穗茎上发生淡褐色或墨绿色的病变，影响结实，形成白穗。谷粒病斑边缘暗褐色，中部灰白色。病菌以分生孢子或菌丝体在病谷和病草上越冬。种子上的病菌易诱发苗瘟，露天堆放的稻草为翌年发病的主要侵染源。病菌发育的最适温度为25~28℃，湿度高有利于分生孢子形成、飞散和萌发。长期灌深水或过分干旱，偏施、迟施氮肥等均易诱发稻瘟病。分蘖期与抽穗期如多雨低温、寡照，叶瘟与穗颈瘟极易发生以至流行，水肥管理不当有助此病流行。

稻瘟病的发生与气候、栽培、品种、施肥以及菌源有关，一般情况下水稻孕穗期低温、多雨、寡照，水稻生长发育不良，抗病性下降，有利于发病和流行。水稻品种间抗病性也有很大差异，常年大面积单一种植同一品种，有利于稻瘟病流行。氮肥使用过多、过晚有利于稻瘟病发生。

稻瘟病近年来在东北稻区及部分感病品种上呈偏重流行态势，老病区和感病品种普遍发病，具有点多面广、发病品种多、为害重的特点。一般发生病害的田块减产在20%以上，发生特别严重的年份，如不及时防治，常常造成大面积绝产^[13]。

黑龙江省稻瘟病有逐年加重的趋势。20世纪80年代以前稻瘟病发生面积较小，发病率较低，个别年份在局部流行，重病地块穗颈瘟率仅在30%左右。90年代后期稻瘟病流行年份有所增加，发病面积不断扩大，发病率提高，重病地块穗颈瘟率达50%以上。进入21世纪后，稻瘟病发生普遍，各水稻产区均有不同程度的发生，频繁流行。随着水稻种植面积的日益扩大，稻瘟病的发生越来越严重，其中2001年、2005年和2006年为大流行年份，发病严重地块的穗颈瘟率达70%以上，局部地块绝产。

2002年和2003年黑龙江省稻瘟病发生面积分别为67万hm²和53.3万hm²^[7]。2005年是黑龙江省稻瘟病发生面积最大、危害最重、损失最多的一年，据统计发病面积累计达到水稻种植面积的50%以上，很多农户因稻瘟病减产50%以上，甚至出现了很多绝产的地块。全省减产稻谷总量64.5万t，单产下降5.2%，给农民造成损失11.6亿元^[13]。2005年黑龙江稻区稻瘟病大发生，受害面积超过60万hm²，其中绝产面积近46.7万hm²。在吉林和黑龙江，2006年稻瘟病减产10%~20%，严重的达50%~80%，甚至绝产。2006年黑龙江省稻瘟病发生面积达到73万hm²，其中叶瘟58万hm²，穗颈瘟15万hm²，一般发病地块穗颈瘟率为10%

~25%，严重发病区穗颈瘟达70%以上，造成严重产量损失，品质下降，对农业生产构成较大的威胁。有些地区多年来稻瘟病很少发生，2005年和2006年发病较重，如肇源农场2004年以前在田间很少见到稻瘟病株，2005年发病重的田块发病率达15%，2006年发病重的田块发病率达40%以上。

在东北三省部分地区存在主栽品种过于单一的现象，如“空育131”已连续几年在黑龙江省年推广面积超过6617万hm²，防病措施跟不上或防治方法不当，极易因稻瘟病大发生而造成大面积减产^[13]。

稻瘟病的防治采取预防为主、综合防治的方针。在选择抗病品种的基础上，及时清理病稻草，搞好种子消毒，加强栽培管理，稀播育壮秧，适量施肥，加强田间管理，及时割净池埂和灌溉渠中的杂草，除尽田间稗草，增加田间通风透光，创造有利于水稻生长的环境^[15]。

2.1.2 立枯病(*Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*)

水稻立枯病是一种土传病害，是由病菌侵入秧苗引起的，病菌主要在土壤中越冬并长期存活于土壤中病因上可分为两种类型，一是真菌性立枯病；二是生理性立枯病，也称青枯病。从出苗到插秧的整个育秧阶段均可发生，但离乳期发病最重。水稻立枯病从病苗叶尖无露珠，心叶或上部叶片打绉，根少暗黄色，无新根，茎基部逐渐黄枯，软化至腐烂。主要由低温多湿、温差大、土壤偏碱、光照不足、播种过密、秧苗细弱等因素所致。立枯病和恶苗病基本得到控制，个别地块发生较重，如2000年八五七农场的个别地块恶苗病发病率达35%^[7]。

由于发病时期的不同可分为芽腐、基腐和黄枯3种类型。芽腐：秧苗出土后就发病，芽根变褐，鞘叶上有褐斑或扭曲、腐烂。种子或根有粉红色霉状物，在苗床上呈点、块分布。基腐：多发生在立针至二叶期，病苗心叶枯苗，茎基部变褐色，叶鞘有时有褐斑，根系变黄或变褐，茎的基部逐渐变成灰色，腐烂。用手提苗时茎与根脱离、易拔断，在苗床上呈不规则簇生。黄枯：病苗多发生在三叶以前，叶片呈淡黄色，并有不规则的褐色斑点，病苗较健苗矮小，心叶卷曲，前期早晨叶尖无水珠，后期干枯死亡，在苗床上可成片发生。由于种子或床土消毒不彻底，使床土或种子带菌，加之幼苗的生长环境不良和管理不当如床土黏重、偏碱，播种过早过密，覆土过厚，床温过高等，致使秧苗生长不健壮，抗病力减弱，病菌乘虚侵入，导致发病。

防治要点：选用土壤偏酸，黑土层厚，土质松软、通透性好，保水、保肥性强的土壤作床土，并调酸到pH值4.5~5.5；防止土壤中病原菌危害，应对育秧床土进行消毒(杀菌)，常用97%恶霉灵粉剂，每平方米用1g，加水3L^[8]。

2.1.3 恶苗病(*Gibberella fujikuroi*)

水稻恶苗病又叫徒长病，由稻藤仓赤霉菌引起，主要引起秧苗及成株徒长。

水稻恶苗病从秧苗期到抽穗期都有发生。发病秧苗常枯萎死亡；未枯死的病苗为淡黄绿色，生长细长，一般高出健苗1/3左右，根部发育不良，分蘖少，甚至不分蘖。移栽后1个月左右开始出现症状，病株叶色淡黄绿色，节间显著伸长，节部弯曲，在节上生出许多倒生须根。发病重的植株，一般在抽穗前枯死，轻病株虽能抽穗，但穗小粒少，或成白穗。病菌主要以分生孢子或菌丝体在种子上越冬。播种后，病菌随着种子萌发而繁殖，引起苗枯；以后在病株和枯死株表面产生的分生孢子借风雨传播进行再侵染。在水稻开花时，分生孢子落到花蕊上，萌发侵入，又使种子带病。病菌易从伤口侵入，播了受机械损伤的稻种，或秧苗根部受伤重的，发病就重。

恶苗病属种子传播为主的病害，病菌主要在种子上越冬，也可在病稻草内越冬。带菌种子未经消毒处理或消毒(杀菌)不彻底，播种后引起发病(徒长)，感病后病株或枯死病株可产生分生孢子，借风、雨传播侵染花器造成秕谷或畸形，侵入颖和种皮组织内，而使种子带菌，脱谷时病部分生孢子也会粘附在种子上，在种子表面越冬。脱谷时由于机械空隙小，转数过快，造成种子表皮受伤，也会加重病情。

防治要点：主要是进行种子消毒。建立无病留种田，留种田应远离一般稻田，防止气流传播；无论自留种子，还是从外地调入的种子，均应进行消毒处理，常用的药剂是25%施保克(使百克)乳油25ml，加水100L，浸稻种100kg，水温11~15℃，浸5~7天。水温16~20℃，浸3~5d；水温21~25℃，浸2~3天；不要用病稻草捆秧苗或做草袋装种子及育苗覆盖物(草帘)。

水稻立枯病和恶苗病是北方水稻苗期的主要病害，每年都不同程度地发生，个别地块发生较重，严重影响了水稻秧苗素质和水稻单产的提高，对水稻的生产造成很大的影响。由于防治得力，基本得到控制^[7]。

2.1.4 纹枯病(*Rhizoctonia solani*)

纹枯病属土壤传播病害，病菌以菌核在土壤中越冬，也能以菌丝和菌核在病稻草、田间杂草及其他寄主(14科50多种植物)上越冬，水稻收割前及收割过程中，大量菌核落入土壤中，成为翌年的主要初侵染源。春天耕耙灌水后，越冬菌核漂浮水面或插秧后菌核侵染水面的叶鞘引起发病，并以菌丝和菌核进行多次再侵染，扩大蔓延，收割前后菌核落入土壤中进行越冬。稻株受害后瘪谷率增加，千粒重降低如果引起倒伏，茎叶腐烂，则损失更大。轻者减产7%左右，重者要减产40%~60%，如果引起倒伏，茎叶腐烂，损失更大^[8]。

水稻纹枯病在我国各稻区均有分布，在长江以南稻区发生普遍，危害性也大多在东北地区，辽宁省发生较重，已成为当地水稻的主要病害之一。黑龙江省1990年以前极少发生，近几年来也有所发生，有逐年加重的趋势。盘锦是辽宁省水稻主产区，近年来随着水稻施肥量的增大，水稻纹枯病发生面积逐渐增大，发展趋势日益加重，已成为影响水稻产量的首要病害^[7]。

水稻纹枯病是由纹枯病病原真菌引起的病害，近几年来吉林省水稻纹枯病发生较为严重，主要危害叶

鞘和叶片。纹枯病的发生与危害受气候条件、稻田生态、品种抗病性及病菌基数等多方面因素影响，其主要表现在：(1)高温、高湿，气温在25~32℃连续阴雨天气发病速度快。病菌侵入寄主组织的温度为22~35℃，最适宜温度为28~30℃的温度条件下，相对湿度96%以上，最有利于发生蔓延与危害。(2)栽培条件不利，插秧过密，施氮肥过多，过晚，水稻徒长，灌水过深，通风、透光不好，土壤严重缺氧均易得纹枯病。(3)稻田越冬菌核留量较多，初发病就重。(4)品种差异，晚熟品种偏重，分蘖多的品种偏轻。

防治方法：水稻纹枯病多发生在水稻田近水面茎叶处，药剂防治较困难。应以农业技术措施为主来改变水稻生态环境条件，减少侵染原，控制危害^[16]。

(1) 彻底消灭病原菌：实行稻田秋翻，把田间病稻株和杂草彻底消灭掉、烧光、灌水整地后捞去浮渣，结合积肥消灭田埂边的杂草。

(2) 科学的田间管理：插秧要合理密植，不能插秧过密，影响通风、透光。施腐熟的有机肥，增施磷钾肥，适当适时追施氮肥，忌氮肥过量，控制植株生长过旺，过于繁茂徒长。结合排水进行晒田。

(3) 采用药剂防治：纹枯病对水稻逐渐攀缘辗转危害。根据近几年调查研究表明，一般7月20日前后，发病率达20%，可作为防治指标，用20%稻脚青(甲基硫磺锌)可湿性粉剂每亩0.05~0.76kg，兑水100kg喷雾。

防治要点：对无病田，杜绝菌核传入。可采取种子精选，防止菌核混杂其中。严禁病残体进入无病田。机械作业时，只能在无病田之间进行。灌溉时，只能从无病田引水灌溉；对有病田，采取打捞菌核与“浪渣”。防止机械、人工及灌溉水传播菌核。科学灌排水与合理施肥，增强抗病性。进行药剂防治，常用甲基硫磺灵等药剂。

2.1.5 白叶枯病(*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*)

白叶枯病已经成为辽宁一些地区水稻的主要病害之一，近些年被列入防治对象。白叶枯病主要危害水稻叶片和叶鞘，水稻感病后，稻叶被破坏，使其枯死，有效光合作用的叶面积减少，导致穗数减少，为实粒增多，千粒重下降。发病越早，影响越大。全田发病严重的剑叶早枯，一般减产10%~30%，严重的减产50%以上。

防治方法包括：加强植物检疫，杜绝无产地检疫和产地检疫不合格的种子流入市场。控制病菌来源，不使用带菌种子。禁止带菌稻草直接还田，清除田间病草、稻茬及渠边病草。妥善处理村屯、打谷场病草，防止经雨水冲洗后流入田间，以避免田间受到污染。稻田内脱谷后留下的稻草及时集中烧毁，以减少菌源。选用和推广抗病耐病的高产品种。加强病情测报，每年6~8月，当气温在25~30℃，在雨季或遇暴风雨，田间相对湿度超过80%，病害容易流行，应及时发出预报，及时指导防治。对抗性较弱的品种进行药剂防治，封锁发病中心，可以有效地控制白叶枯病的流行^[17]。

2.1.6 稻曲病(*Ustilaginoidea oryzae*)

稻曲病由稻绿核菌引起，该病不仅直接影响产量，而且病谷含有毒素。稻曲病病菌主要为害稻穗上的部分谷粒，初在颖壳的合缝处露出淡黄绿色的小菌块，逐渐膨大，最后包裹全颖壳，比健粒大3~4倍，呈墨绿色，表面平滑，最后开裂，散出墨绿色粉末，即病菌的厚垣孢子。

病菌以菌核在土壤中及厚垣孢子在病粒上越冬。翌年夏秋之季，分生孢子借气流传播，侵害花器和幼颖。水稻抽穗前后遇多雨、适温(26~28℃)，易诱发稻曲病。偏施氮肥，深水灌溉，田水落干过迟等有利于发病。于施氮肥过多，导致水稻生育后期植株繁茂，孕穗、抽穗开花期天气闷热、寡照、多雨，减弱水稻的抗病性。一般紧穗型、大穗型、密重穗型品种和晚熟品种发病重，偏施氮肥、穗肥施用过晚造成贪青晚熟发病重。水淹、串灌、侵灌也是导致稻曲病流行的重要因素。

防治方法：重病区注意选用抗病品种，选用无病稻种，不在病田留种。种谷经过精选后，可用药剂消毒(方法同稻瘟病)。加强肥水管理，增施磷钾肥，防止迟施、偏施氮肥，合理灌溉，以减轻发病^[10]。

2.1.7 水稻条纹叶枯病

水稻条纹叶枯病是灰飞虱传播的一种病毒病。灰飞虱刺吸带有条纹叶枯病的植物感染病毒后可终身带毒，并经卵传给下一代，且能在体内增毒。带毒的灰飞虱通过刺吸健康植物将病毒传给该植物。水稻条纹叶枯病在水稻整个生育期均能发生。苗期至分蘖期发病，主要在心叶或心叶以下1~2个叶片基部出现黄绿色或黄白色短线条纹，后扩展形成不规则黄白色条斑，严重时叶面病斑密布，数条条斑可连合成小斑块，表现为心叶黄白、柔软、卷曲下垂而成“假枯心”，植株矮化、分蘖减少，最后整株枯死。拔节期发病表现为植株上部叶片边缘出现黄条斑，叶片发黄发红，抽穗期发病表现为植株不能抽穗或抽畸形穗，且抽穗后穗茎易折断结实少或不结实。水稻条纹叶枯病在田间的分布状态表现为水稻生育前期为随机分布，后期为核心分布，具有明显的发病中心。

水稻条纹叶枯病在我国长江中下游稻区和淮河流域稻区发生较重，以往在华北和东北的辽宁只是零星发生，但近年来却有逐年加重的趋势。辽宁省鞍山市以南稻区普遍发生，有些品种危害较重，减产达20%以上。水稻条纹叶枯病一旦发生，防治难度大，严重的将造成水稻绝收^[18]。2006年盘锦稻区水稻条纹叶枯病发生面积10万hm²，水稻平均减产1%~5%，损失稻谷约1400万kg，直接经济损失近2500万元^[19]。

水稻条纹叶枯病的防治主要是通过控制传毒介体灰飞虱来实现的。防治灰飞虱的原则是将第一代灰飞虱控制在秧田之内，将第二代灰飞虱消灭在本田之中。依据灰飞虱成虫具有飞翔和扩散能力，提高灰飞虱防治效果的关键是“统防统治”，做到“统一时间、统一药剂、统一方法”。选择药剂的原则是长效与速效结合，内吸剂、拒食剂、忌避剂结合，生物农药与化学农药结合。

2.2 水稻主要虫害

北方稻区水稻种植面积1996—2005年的10年间增长了18.7%，水稻虫害发生面积10年间增长了62.2%。主要害虫包括二化螟、稻蝗、稻飞虱、稻纵卷叶螟、黏虫，其中二化螟发生面积最大，占各年份虫害发生面积的22.2%~29.6%(表2)。

表2 北方稻区主要害虫发生代数与危害区^[20]

害虫种类	发生代数	主要危害区
二化螟	1~2	华北、东北稻区
稻蝗	1	华北、东北、西北稻区
负泥虫	1	东北稻区
稻水象甲	1	华北、东北稻区
稻纵卷叶螟	1~3	华北、渤海湾沿岸稻区
稻螟蛉	2~4	华北、东北稻区
叶蝉类害虫	2~4	华北、东北稻区
黏虫	3~5	华北、东北稻区
灰飞虱	4~5	华北、东北稻区

东北稻区水稻危害较大的害虫有10多种，如潜叶蝇、负泥虫、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻摇蚊、稻螟蛉、稻水象甲、稻蝗、稻水蝇、二化螟虫等。目前危害较重的是二化螟、潜叶蝇、负泥虫、稻水象甲^[20]、^[21]、^[22]。

2.2.1 二化螟 (Chilo suppressalis)

二化螟虫，又叫钻心虫，食心虫，近年来黑龙江省中东部发生危害较多，大发生年份，被害植株率达40%~50%，严重的成片稻田几乎都是白穗秕粒而损失惨重，是黑龙江省南部水稻上的常发性重要害虫。在黑龙江省一年发生一代，成虫产卵盛期7月上旬，7月下旬是幼虫危害盛期，以老熟幼虫在稻茬稻草及杂草中越冬，二化螟以幼虫钻入茎秆中危害。在分蘖盛期造成枯萎，孕穗期造成死穗，成熟期造成秕粒，严重时类似穗颈瘟那样白穗一片，对水稻产量影响很大。五常市最初发现是在1997年，2002年危害面积达40万亩，到2009年发生面积达150多万亩。近四年田间调查，平均每平方米有虫数分别为0.801头，0.102头，0.0453头和0.159头^[23]。近年来在吉林省中东部发生危害较多，大发生年份，被害植株率达40%~50%^[12]。

由于近年来耕作制度的改革、优质稻品种的大面积推广，以及长期使用沙蚕毒素类农药，二化螟抗性增加，防效明显下降，天敌数量减少，生态环境日趋脆弱。长久以来，二化螟防治主要依靠化学农药，但由于二化螟本身的一些习性，如食性复杂，幼虫蛀食危害，发蛾期较长等等，给化学防治带来了一定困难。

农业防治：秋季深翻，春季深水泡田；清除稻田边、埂杂草和稻草、稻茬。药剂防治：敌百虫、杀螟松、辛硫磷、杀虫双撒滴剂等，进行喷雾或泼浇毒土、喷粉等。喷雾用量50~100ml，加水1000倍，每亩喷粉剂用1.7kg^[24]、^[25]。

2.2.2 潜叶蝇 (*Hydrellia griseola*)

潜叶蝇是水稻苗期害虫，以幼虫潜食叶肉，残留上下表皮，使叶片出现不规则形的白色条斑，在其中可见有乳白色至黄白色蛆形幼虫。在黑龙江省每年发生4~5代，以成虫在杂草间越冬，第1代幼虫为害杂草，第2代幼虫为害稻苗叶片，重者可造成死苗，以后各代在杂草上发生，9月下旬至10月上旬羽化为成虫，以后各代在杂草间越冬。

水稻潜叶蝇分布很广，在朝鲜、日本均有发生，不但对我国东北三省危害较重；而且对河北、山西、上海、浙江、江西、福建、湖南、湖北等长江流域地区危害也较严重，是全国性水稻害虫之一^[26]。水稻潜叶蝇是水稻苗期主要害虫之一，1998年黑龙江省属偏重发生，全省发生面积在400万亩左右，造成较大损失，该虫在黑龙江省以第二代幼虫危害水稻幼嫩叶片。幼虫孵化后钻入叶片里面，潜食为害，造成叶片不规则白色条斑，影响稻苗正常生长，甚至死苗。稻小潜叶蝇类害虫过去为北方稻区水稻秧田期重要害虫，但近年来因水稻播种和插秧期提前以及直播稻的推广，对本田分蘖期水稻也造成相当大的危害，是北方稻区水稻前期的重要害虫^[20]。

防治要点：（1）清除稻田内及池埂杂草，是减轻害虫有效方法，应在秋末春初进行为宜。（2）浅水灌溉，可使稻苗生长健壮、直立，减少成虫产卵机会和造成幼虫因缺水失去生存机会，减少为害。（3）进行药剂防治，带药下田和田间喷雾，常用药剂为艾美乐(吡虫啉)、乐果等^[22]。

2.2.3 负泥虫 (*Lema orgzae*)

负泥虫是水稻苗期害虫，以成虫和幼虫沿叶脉取食叶肉造成叶片产生许多白色纵向条斑，受害重的稻苗枯焦，以至全株枯焦。一般在被害叶片上可见背负粪团的头小背大而粗、多数皱纹的乳白色至黄绿色寡足型幼虫。在全国各地每年发生1代，以成虫在稻田附近禾本科杂草及根隙处越冬。稻苗出水后成虫开始为害，待产卵后，孵出的幼虫在稻叶上继续为害，7月上旬开始化蛹，7月中旬羽化为成虫，8月中旬转移到越冬场所越冬^[11]。在虫害发生重的田块，稻苗一片枯白，叶片枯焦破裂，致使水稻生长迟缓，植株低矮，分蘖减少，延误农时，一般造成水稻减产15%~40%^[27]。

防治要点：(1) 清除害虫越冬场所的杂草，减少虫源。(2) 适期插秧，不宜过早插秧，以免稻苗过早受害。(3) 经常对稻苗进行虫情调查，一旦发现成虫为害应立即用药剂防治，常用药剂有敌敌畏、敌百虫^[11]。

2.2.4 稻水象甲 (*Lissorhoptrus oryzophilus*)

稻水象甲属鞘翅目，象甲科，主要危害水稻，一般可使水稻减产20%~50%，是水稻上的一种重要国际性检疫对象。稻水象甲是近年来入侵我国的一种检疫性害虫。成虫咬食稻叶，幼虫在土中食害稻根，幼虫为害对稻株影响更大，致稻株变黄，严重时整株枯死。我国于1988年在河北省唐海县首次发现稻水象甲，此后在天津(1990年6月)、秦皇岛(1990年7月)、北京(1990年8月)、辽宁(1991年7月)、山东(1992年6月)、吉林(1993年7月)等省市陆续报道了稻水象甲的发生，至1995年全国水稻受害面积已达40万hm²。稻水象甲自1998年传入辽宁省开原市以来，发生危害逐年加重。一般情况下减产10%~20%，严重受害田块减产50%以上^[20]。到2000年，仅辽宁省的发生面积近40万hm²^[28]。稻水象甲危害所造成的产量损失在辽宁省为10%~60%^[29]。由于该虫具有危害性大、传播途径广、繁殖率高(在我国为孤雌生殖型)、适应性强等特点，因此扑灭难度非常大，严重水稻生产安全，目前已成为北方稻区的主要虫害之一。

在稻水象甲的防治上采取以化学防治为主的综合防治措施。化学防治幼虫：插秧后15~22天，用3%甲基异柳磷颗粒剂或3%呋喃丹颗粒剂4~5kg/亩，兑沙土15kg撒施于水田中。化学防治防治成虫：药剂可选择28%高渗稻乐丰乳油或20%大灭灵乳油或20%象甲净乳油或1%苦参碱水剂，用量50ml/亩，兑水喷雾，也可用0.3%锐劲特颗粒剂1.5~2.0kg/亩兑沙土15kg撒施于水田中(在防治本田越冬代成虫的同时可兼治幼虫)。

2.3 水稻田主要杂草

2.3.1 黑龙江省水稻田主要杂草及防控技术

20世纪80年代及以前，稻田稗草、眼子菜、三棱草(包括日本蔗草、扁秆蔗草、三棱蔗草等)为三大害草，此外，还有雨久花、泽泻、莹蔺、针蔺、牛毛毡等。90年代开始有少量眼子菜。多年使用磺酰胺类除草剂后，东部或东北部稻田李氏禾大量发生。进入21世纪以来，稻田主要杂草为：稻稗、稗草、千金子、李氏禾、水莎草、扁秆蔗草、雨久花、泽泻、野慈姑、葡茎剪股颖、疣草、狼把草等。在老稻田(1950—1960年开垦种植水稻)有杂草稻，杂草稻谷壳黄色，种皮红色，有长芒，植株高于栽培稻，成熟期早于栽培稻^[31]。

黑龙江省水田主要杂草可分为四大类：(1) 禾本科杂草：主要有稗草、稻稗、葡茎剪股颖(爬蔓草或鸡爪草)、稻李氏禾、看麦娘、芦苇等。(2) 阔叶杂草：主要有雨久花(兰花菜)、野慈姑(驴耳菜)、泽泻(水白菜)、眼子菜(水上漂)、狼把草(鬼叉)、疣草、花蔺、宽叶谷精草等。(3) 莎草科杂草：主要有多年

生三棱草(扁秆蔗草、日本蔗草、三棱蔗草)、水莎草、牛毛毡、针蔺、萤蔺(小水葱)、一年生异型莎草等。(4)藻类杂草:小茨藻、水绵等^{[31]、[32]、[33]}。

黑龙江省各地水田杂草群落受栽培方式、除草剂的应用、自然环境变化等因素的影响,也在不断发生变化。如近几年受开荒种稻、浅水灌溉的影响,匍茎翦股颖(爬蔓草或鸡爪草)、看麦娘、狼把草(鬼叉)、稻李氏禾、芦苇等池埂、水渠、草原杂草及湿生杂草进入稻田,在局部地区造成严重危害。由于连续使用吡嘧磺隆、苄嘧磺隆等药剂使原来发生较重的恶性杂草眼子菜以及异型莎草危害逐步减轻,而多年生的野慈姑、泽泻、莎草科杂草及一年生的雨久花、宽叶谷精草危害加重。由于二氯喹啉酸类除草剂对稻稗防除效果下降,使稻稗在许多地区造成严重危害。目前黑龙江省水田杂草中稻稗、多年生三棱草和多年生禾本科杂草特别是匍茎翦股颖、稻李氏禾,多年生阔叶杂草野慈姑、泽泻及一年生雨久花、宽叶谷精草等呈逐步蔓延趋势且防除难度较大^[31]。

黑龙江省水稻田稗草始发期在5月上旬,出土高峰期在5月末至6月初,发生盛期在6月中下旬;球茎繁殖的野慈姑和根蘖繁殖的泽泻始发期在5月下旬,出土高峰期在6月上旬,发生盛期在6月中下旬;雨久花出土时间较晚,前期生长缓慢,始发期在6月上旬,出土高峰期在6月中旬,发生盛期在6月末至7月初;根茎繁殖的扁秆蔗草始发期在5月上旬,出土高峰期在5月末至6月初,发生盛期在6月中下旬。

存在的问题——出现杂草抗药性生物型。稗草对部分杀稗剂产生了明显的抗药性,表现在这类杀稗剂的防效下降,使用剂量大幅提高。如50%二氯喹啉酸可湿性粉剂使用剂量已经从过去的450g/hm²增加到现在的750g/hm²;60%丁草胺乳油使用剂量从过去的3000ml/hm²增加到现在的30000ml/hm²;96%禾大壮乳油使用剂量从过去的30000ml/hm²增加到现在的75000ml/hm²。

除草剂药害。除草剂对作物的药害时有发生,如50%扑草净可湿性粉剂用量增加,导致早育秧苗损伤;二氯喹啉酸用量加大后,移栽田稻苗出现药害;若遇春季低温,使用苯噻酰草胺和稻思达使稻苗发生药害;灌溉水层过深,使用农思它(噁草灵)会导致稻苗损伤。近年来气温有明显升高的趋势,10年前冬天最低气温在-27~-28℃有20多天,而近几年最低气温仅为-20~-22℃。除草剂对作物的药害增加,与气温变暖不无关系。

杂草稻。黑龙江省2000年杂草稻发生面积大约为20万hm²,主要分布在佳木斯、牡丹江、虎林、通河、兰西、绥化、肇东、五常、阿城、哈尔滨等地,因杂草稻危害导致稻米品质下降,所造成的经济损失每年至少3亿~4亿元人民币。近年来,由于重视把好种子关和采取了防除措施,杂草稻发生面积减少。

2.3.2 吉林省水稻田主要杂草及防控技术

稻田杂草。在吉林省东北山区和半山区,稻田杂草有稗草、慈姑、莎草、水莎草、匍茎翦股颖等;中部平原区,稻田杂草有稗草、狼把草、眼子菜、扁秆蔗草、两栖蓼、异型莎草、野慈姑;西部盐碱、半盐

碱区，稻田杂草有稗草、野慈姑、芦苇、扁秆蔗草、泽泻、小茨藻、浮萍等^[34]。

若按照旱育秧田和移栽田发生的杂草分，旱育秧田主要杂草有稗草、狗尾草、马唐、藜、蓼、反枝苋、碎米莎草、苘麻、铁苋菜、狼把草等；移栽稻田的主要杂草有稗草、鸭舌草、眼子菜、雨久花、牛毛毡、野慈姑、扁秆蔗草、萤蔺、异型莎草、狼把草、泽泻、李氏禾、千金子等。部分地区有针蔺。

存在的问题。由于长期使用苄嘧磺隆(农得时)和吡嘧磺隆(草克星)，在延边地区已经发现雨久花对这两种除草剂的抗性，在常规使用剂量下，抗性生物型的防效仅为敏感生物型的50%。

2.3.3 辽宁省水稻田主要杂草及防控技术

稻田杂草。在辽东水稻种植区，土壤为冷凉山地草甸土棕壤，主要杂草有稗草、蔗草、萤蔺、雨久花、扁秆蔗草、鸭舌草、野慈姑、牛毛毡；辽中平原水稻种植区，土壤大多为水稻土、小部分为潜育草甸土，主要杂草有野慈姑、匍茎剪股颖、蔗草、扁秆蔗草、牛毛毡、眼子菜、陌上菜、雨久花；辽东半岛水稻种植区，土壤为草甸土，主要杂草有疣草、蔗草、雨久花、鸭舌草、匍茎剪股颖、牛毛毡、稗草、扁秆蔗草、苻菜；辽河三角洲环渤海的温和水稻种植区，土壤为盐土，主要杂草有蔗草、苦草、水绵、稗草、野慈姑、扁秆蔗草、雨久花^[35]。

杂草稻。杂草稻于2001年在辽宁省丹东市前阳镇首次发现。杂草稻有3种生物型，黑色谷壳有长芒、黑色谷壳无芒或短芒、稻草黄色无芒，前二种生物型占90%以上，其生育期分别为170天、165天和160天。杂草稻比栽培稻出苗早、成熟早，植株明显高于当地大多数栽培品种，如栽培品种棉帽平均株高95cm，而伴生的杂草稻株高为124cm。栽培品种越光平均株高为112cm，而伴生的杂草稻株高为123cm。成熟后极易掉粒，千粒重23.5g，种皮桔红色。

辽宁杂草稻发生面积大约20万hm²，发生密度8~10株/m²，较严重田块的水稻产量损失45%~65%。辽宁杂草稻偏粳型(Janponica)，其可能来源于栽培粳稻。这一结论在2008年再次被证实，辽宁省杂草稻与当地粳型栽培稻血缘关系很近，与籼稻和野生稻的遗传关系较远。认为辽宁省杂草稻有可能起源于当地栽培稻品种，是栽培稻种个体间自然杂交、回复突变等产生的退化类型^[36]。

重视对抗药性杂草的研究积极开展抗药性杂草生物型评价，确定抗性水平，研究形成有效防除抗药性杂草生物型的新技术。为避免或减缓杂草抗药性的发生，采取年度间除草剂种类轮换使用的策略。

加强杂草稻的研究。确定杂草稻的地区分布、生物型数量、危害水平及其可能来源，研究形成有效预防和控制杂草稻的新技术。目前，在杂草稻已经发生的地区，应把好种子产地检疫关，不允许种子中夹带杂草稻种子。使用芽前处理除草剂如丙草胺(含安全剂)、丁草胺、噁草灵、稻思达等，防除萌芽期的杂草稻，对稻田零星发生的杂草稻要进行人工拔除，避免留下种子后代。

开展气象灾害对水稻生产和稻田杂草管理的影响研究。确定全球气候变暖对稻田杂草种群的影响，探索温度升高、缺水条件下的杂草管理新技术。积极推广使用对作物安全性高的除草剂，淘汰安全性差的除草剂，更准确地把握除草剂的使用适期和剂量，避免或减少除草剂药害的发生。

3 中国东北稻作区农田农药使用现状及对环境影响

3.1 东北稻作区农田农药使用现状

农药是用来保护农、林、牧业不受害虫、病菌和杂草等危害以及用来调节植物生长发育的药剂。据1994年中国科技信息第4期的报道，全世界的化学农药品种有14000多种，常用的有40种左右，年产量以原药计可达300万t。

近年来，东北三省农作物生产中的农药使用量平均在28572.9~44533.8t/a，按土地面积计算出单位面积农药平均施用量为3.78~10.71kg/hm²，以黑龙江省单位面积农药平均施用量最低，吉林次之，5.14kg/hm²，辽宁省最高（表3）。

表3 东北地区三省的农药施用量^[2]

年份	黑龙江		吉林		辽宁	
	施用量 / t/a	单位面积施用量 / kg/hm ²	施用量 / t/a	单位面积施用量 / kg/hm ²	施用量 / t/a	单位面积施用量 / kg/hm ²
2000	29477.0	2.50	19679.0	3.53	35635.0	8.54
2001	30977.0	2.63	24099.0	4.32	36083.0	8.64
2002	35417.0	3.01	23751.0	4.26	41118.0	9.85
2003	36568.0	3.11	23571.0	4.23	44506.0	10.66
2004	47153.0	4.01	25689.0	4.61	45586.0	10.92
2005	47478.0	4.03	28894.0	5.18	45751.0	10.96
2008	62400.0	5.27	40500.0	7.32	52500.0	12.85
2009	66800.0	5.65	42400.0	7.66	54100.0	13.24
平均	44533.8	3.78	28572.9	5.14	44409.9	10.71

从用量趋势看，呈逐年增加的趋势，黑龙江省单位面积农药平均施用量由2000年2.50kg/hm²增加到2009年的5.65kg/hm²，增长226%；吉林省由2000年3.53kg/hm²增加到2009年的7.66kg/hm²，增长217%；辽宁省由2000年8.54kg/hm²增加到2009年的13.24kg/hm²，增长155%（表3）。

以黑龙江为例，农药使用呈现几个特点：

农药使用总量快速增长。黑龙江省2009年比2000年农药使用量增加3.7万t，增长率为126.7%。2004年以前，黑龙江省的农药使用量位列全国第9~12位，而进入2006年以来，黑龙江省的农药使用量一直徘徊在第4~5位，成为东北地区农药使用量最大的省份。

单位面积农药用量增幅明显。黑龙江省农药的使用水平大致呈先平稳后逐步上升趋势，农药使用水平最低的年份是1997年，为2.98kg/hm²，使用水平最高的年份是2009年，为5.65kg/hm²，增长率为90.0%，增幅明显^[2]。

农药使用产品结构适应了农业生产需要。近年来黑龙江省农药使用种类，除草剂占农药总使用量的70%以上，而杀虫剂、杀菌剂、植物生长调节剂等所占比例不足30%。以2004年为例，黑龙江省农药总使用量47236t，其中除草剂使用量36095t，约占农药总使用量的76.4%；杀虫剂5811t，占农药总使用量的12.3%；杀菌剂1560吨，占农药总使用量的3.3%；植物生长调节剂、种衣剂等其他类型农药3770t，占农药总使用量的8.0%。2004—2006年，除草剂的使用比例徘徊在76.4%~83.4%之间；杀虫剂的使用比例徘徊在8.3%~12.3%之间；杀菌剂的使用比例徘徊在3.3%~6.6%之间，其他类型农药使用比例徘徊2.1%~8.0%之间^[37]。

从剂型的应用情况来看，乳油最多，可湿性粉剂中等，水剂较少。乳油这种剂型对环境负面影响较大。

除草剂使用量跃居首位，其间也存在3个70%，即除草剂使用量占农药使用量的70%以上、旱田作物除草剂占除草剂使用量的70%以上、封闭除草剂占旱田除草剂使用量的70%以上。

杀菌剂市场持续低迷2006年黑龙江省杀菌剂使用量为3204t，仅占当年农药使用量的6.16%；杀虫剂使用量持续下滑，仅占农药使用量的8.28%^[37]。

3.2 东北稻区水稻病虫草害防治主要农药品种

根据黑龙江农垦植保协会提出的水稻病虫草害防治全程指导方案，主要采用的水稻农药品种如下：

杀虫剂主要为：艾美乐、敌杀死、锐劲特、醋毕；

杀菌剂主要为：施保克、锐劲特、好立克、施保克、安泰生、富士一号、氯溴异氰尿酸、胶胺铜、铜高尚；

除草剂主要为：阿罗津、稻思达、吡嘧磺隆、灭草松、二氯喹啉酸、农思它。

根据农户与农田药效调查，对不同病虫害防治效果较好的农药归纳为：

可同时防治恶苗病和干尖线虫病的理想药剂为浸种灵，即二硫氰基甲烷。此外，混配药剂菌虫清也较理想。

防治秧苗立枯病的老药剂敌克松汉采较低，较为理想的药剂为甲霜灵，其仅需拌种或在秧苗叶期喷浇1次，即可达到防效。

防治稻瘟病的药剂中，稻瘟净和异稻瘟净防效均较低，春雷霉素残效期短，富士一号成本较高，较为理想的药剂为三环唑。

防治纹枯病以井冈霉素最为理想，有粉剂和水剂两种剂型，前者成本较高且易吸潮成晶粒，使用不方便，以选用水剂为宜。

防治白叶枯药剂中，叶枯净防效较低，代森按易发生药害，敌枯双因慢性毒性较大我国于年正式禁用，链霉素和氯霉素残效期较短，综合比较以叶青双叶枯宁较为理想。

防治稻曲病药剂中，井冈霉素、粉锈宁和多菌灵均有一定防效，但不十分理想，相对较好的药剂为DT杀菌剂。

防治稻潜叶蝇药剂以氧化乐果为宜，其受温度影响较小，可杀成虫、卵和已经潜入叶内的幼虫。

防治稻象甲的药剂中，水胺硫磷和甲胺磷均对蜘蛛等天敌杀伤力大，多来宝和赛乐收成本均较高，相对较好的药剂为来福灵等拟除虫菊酯类农药。使用时注意其对水生生物毒性较大。

防治稻飞虱的药剂中，以扑虱灵和毗虫琳较为理想，两者均具残效期长和对天敌较为安全的优点。

防治二化螟和稻纵卷叶螟的老药剂杀虫眯因慢性毒性较大，我国年正式禁用，呋喃丹急性毒性较大且成本较高，较理想的药剂为杀虫双或杀虫单。

早育秧田在播种覆土后防除杂草，常用的除草剂为丁草胺+扑草净或丁草胺+农思它；在苗后叶期除草，可使用敌稗，叶期后灭除杂草可用快杀稗。

水稻本田较受欢迎的除草剂有排草净、农思它、丁草胺、农得时、草克星、西草净、苯达松、2, 4-DJ酯和快杀稗等。

3.3 农药残留对环境的影响

农药对环境的影响是多方面的，有有益的方面也有有害的方面。农药在防治农作物病虫害，挽回农产品损失，保障人类基本生活条件等方面发挥着非常重要的作用。但是食品中的农药残留超标和饮用水的农药污染，间接引起动物、人体的慢性中毒、畸形等现象不断发生。因农药施用不当，破坏生态环境，危害人类健康的问题日益严重。我国常年病、虫、草、鼠害发生面积2.3亿~2.67亿 hm^2 ，其中病虫害发生面积2.00亿~2.33亿 hm^2 ，草害0.40亿~0.47亿 hm^2 。我国农药平均用量为2133 kg/hm^2 ，比世界发达国家高2.5~5倍，每年遭受残留农药污染的作物面积达12亿亩。但是各地用药水平极不平衡，呈现出从西到东、从北到南逐渐递增的分布特征。浙江、上海、福建、广东等地的农药施用水平最高，分别为9.96、9.85、7.69和7.12 kg/hm^2 ；青海、宁夏、甘肃、新疆、黑龙江和内蒙古的农药施用水平最低，均低于0.75 kg/hm^2 。

农药使用后，只有约10%~30%的量对靶生物产生作用，其余部分经迁移转化残留于土壤、水体及大气环境中，构成对环境的潜在危害。据统计，中国每年农药的使用面积达1.67亿 hm^2 以上，受农药污染的面积达0.13亿 hm^2 ，占全国耕地面积的1/7以上，土壤的农药污染状况相当严重。有机氯农药禁用后，对土壤的残留影响总的来讲已较缓和，但尚有不少地区受残留影响还较严重。据农业部1989年的调查，福建省土壤中“六六六”最高含量达0.896 mg/kg ，滴滴涕达1.040 mg/kg ，北京地区土壤中“六六六”最高含量达1.007 mg/kg ，河南省最高达1.498 mg/kg ^[36]。

农药的大量施用对环境和人体健康产生了诸多的负面影响。农药的广泛使用使得大量化学物质长期存在于土壤；同时进入生物组织，并在食物链中不断传递、迁移，它们在空气和阳光的作用下结合成新的化合物。这样对害虫及其天敌、水生物及土壤生物造成影响，对长期生活在农业生态系统中的人类构成危害，同时也对大气、水源造成污染。

农药对大气的污染来源于农药使用过程中的随风飘浮。农药可以通过喷雾中的飘移和由土壤和水中挥发而进入到大气中，并随着大气的运动而扩散，从而使大气污染的范围不断扩大。

农药对水体的影响包括对地表水的影响和对地下水的影响。通过对地表水的污染直接破坏了天然水产资源和饮用水的质量，影响人们的健康。在一些地下水位高或土壤砂性重的地区，农药则易渗入地下水造成对地下水的污染。在美国就设有专门的农药检查机构，他们在地下水中已检测出70多种农药的残留，而地下水中生物量较少，水温低，又无光照，农药更难降解，其治理难度更大。

拌种剂与土壤处理剂100%进入土壤，其他各种药剂(除熏蒸剂、烟雾剂等)最终也有80%进入土壤，它

们对土壤的影响有直接和间接的、暂时和持久的、可逆和不可逆的，许多农药是直接施用于土壤的。即使是用于作物上的农药，在施用后也有很大一部分降落到土壤中，并被土壤吸附。另外，大气中残留的农药和吸附在作物上的农药经雨水淋洗也落入土壤中。一旦土壤中农药数量超过一定的水平，就会造成对植物的损害。存在于土壤中的农药多为持久性毒剂(例如有机氯类杀虫剂的降解速度非常慢，在干旱环境下它的半衰期可以达到几年甚至几十年)，会对土壤中多种生物产生毒害，会损害土质，或影响到以后的作物，甚至渗漏到地下水中危害人体健康。

此外，大量的农药进入环境后，生物多样性受到破坏，影响了生物资源的持续利用。农药对环境的影响还表现在，一些诸如铜制剂农药(如：波尔多液)和含汞农药(如：西力生)的大量使用，致使重金属元素在土壤中的富集，引起植物中毒。农药残留会改变土壤的物理性状，造成土壤结构板结，导致土壤退化、农作物产量和品质下降。长期受农药污染的土壤还会出现明显的酸化，土壤养分随污染程度的加重而减少。同时，残留还造成重金属污染，土壤一旦遭受重金属污染将很难恢复。

抗药性增强农药的不断使用，增强了害虫对农药的抗药性。抗药性并不是农药影响环境的直接因子，但抗药性的出现，农药的使用逐渐失去了它的防治效果，从而不断增大农药的使用量和使用次数，无疑加剧了农药对环境的影响。

王万红等的研究表明^[39]：辽北农田土壤中均有检出阿特拉津、乙草胺和丁草胺三种除草剂，其中阿特拉津和乙草胺全部检出，最大残留量分别为21.20ng/g和203.18ng/g，二者残留量服从一元线性关系： $y=6.7208x-2.6558$ ($R^2=0.7259$)，反映出辽北地区二者使用量具有稳定的比例。丁草胺在水稻地全部检出，玉米地仅有一个样本点有检出，蔬菜地未检出，最大残留量为30.87ng/g。三种除草剂残留量均成正偏态分布。

辽北农田土壤中8种有机氯农药仅有六氯苯、狄氏剂和艾氏剂有检出，呈正偏态分布，异狄氏剂、七氯、五氯硝基苯、 α -硫丹和 β -硫丹均未检出。六氯苯在所有检出有机氯农药中残留量最高，最大残留量7.07ng/g，其100%的高检出率与其他地区具有一致性，在辽北农田残留量呈现蔬菜地>水稻地>玉米地的规律；狄氏剂和艾氏剂检出率和含量较低。3种检出有机氯农药残留水平同国内外大部分报道具有相似性，远低于国外相关标准，其在辽北农田土壤中残留对农业环境风险较低。

4 东北地区主要生态稻作方法简介

4.1 稻鸭共栖

稻鸭共栖是一项新型生态农业技术。由于其能够减少农药、除草剂和化肥的使用，改变了传统水田单一一种稻，大量施用化肥、农药造成产品和环境污染的弊端，也改变了家鸭集中饲养污染周边环境的做法。

据不完全统计，2007年，黑龙江稻鸭共作的面积有4500亩。规模大的户达300~400亩，规模小的有3~4亩^[40]。

黑龙江省农业科学院牡丹江分院2009年开展试验^[41]，设置5个处理，其中稻鸭共栖区按放鸭10只(1)、20只(2)、30只(3)设3个处理，不施除草剂和农药，插秧后7~10天稻苗扎新根缓苗后放鸭，鸭龄15~20天；设常规栽培田(化学肥料、化学除草、除虫)对照处理(4)；不放鸭、其余管理同养鸭田的空白对照(5)。小区面积为1亩。田间管理：采用大棚育苗，手插秧，栽插密度为33cm×17cm×(3~4)株苗，插秧后10~12天雏鸭下田，水稻齐穗灌浆期鸭子上田。稻鸭共栖区采用有机水稻栽培技术，施用纯腐熟鸡粪作基肥，不使用化学肥料、化学药剂和除草剂。

稻鸭共栖对稻田杂草抑制作用明显。鸭子在田间活动，除啄食杂草茎叶和种子使杂草的数量减少外，还通过不断踩踏将部分杂草踩入泥中腐烂，同时使稻田水体混浊，影响稻田水体底部部分杂草的光合作用，起到中耕除草的作用，对杂草的防除效果接近于常规化学除草，尤其对水绵防效明显，几乎可达100%。化学除草体现在对杂草的杀灭效果上，具有时效性，防治效果随药效丧失而迅速下降。鸭子除草是连续长期的过程，稻鸭共栖前期对杂草株防效较低，随着鸭形体逐渐增大，取食量增加，践踏作用也加大，对杂草群体控制作用逐渐提升。随着单位面积鸭群体数量增加，杂草群体数量降落明显。因此通过适宜的鸭群体数量，可以控制稻田杂草群体消长，实现水稻、杂草群落的生态平衡^{[42]、[43]}。

稻鸭共栖对稻田害虫群落有抑制作用。鸭子在稻丛间穿梭觅食，身体频繁接触稻株，对水稻产生刺激作用，明显抑制了水稻负泥虫、潜叶蝇和二化螟的危害，但对二化螟防治效果稍差，略低于化学防治效果，对负泥虫防治效果高于化学防治，作用显著，是经济有效的防治方法^[44]。

稻鸭共栖对水稻产量的影响。由于鸭子在田间频繁活动，虽使千粒重增高，但降低了水稻的分蘖力，致使水稻产量降低，3个处理分别降低了20.7%、18.1%、27.1%，空白处理降低28.5%。3个处理中，处理2产量高于处理1和处理3，虽然单位面积鸭子数增多可提高对水田杂草和害虫防治效果，但适宜的放鸭数量能减少对水稻群体的伤害，产投比增高，达到节本增收的目的^[43]。

在稻田里放养鸭子，利用鸭子旺盛的杂食性，除去稻田里的杂草和害虫；利用鸭子在稻田里的活动性，刺激水稻分蘖生长，达到中耕浑水的效果；鸭粪作为高效有机肥，能不断地给水稻生长提供养分。这种把种植业和养殖业有机结合在一起，构建一个水稻—鸭子互利互补的生态环境，形成的一项低投入、高产出的先进农业生产技术，就是稻鸭共作高效种养技术^[43]。

稻田养鸭以每公顷养鸭200只、按每只鸭子售价8元计算，每公顷卖鸭收入1600元，养鸭成本680元，养鸭纯收入920元。种稻化肥投入365元，单种水稻化肥、农药投入870元，稻田养鸭比单种水稻每公顷节约化肥、农药等投入成本505元。以上两种生产方式水稻产量相近。稻田养鸭比单种水稻每公顷增加效益1425元。

生产上稻鸭共育治虫控草技术，主要是雏鸭应在水稻移栽后7~10天适时放养。一般每亩放养15只左右，一群80只左右为宜。鸭群过大，集群活动时损伤稻株。在水稻孕穗末期即将抽穗时收回鸭子，以免鸭子吃稻穗。通过鸭子的取食活动，可以减轻纹枯病、稻飞虱和杂草等病虫害的发生为害。

4.2 稻蟹共育

稻田养蟹是根据稻蟹共生互利原理进行的，可充分发挥稻田面积和水域空间，发挥土地资源潜能，将无公害优质稻米生产和水产养殖，有机结合起来，达到高产、高效、立体开发综合利用的目的，提高了种植业和养殖业的复合经济效益。

在辽宁的成蟹养殖，按照“深沟高畦，大垄双行，沟边密植，早放精养”的河蟹养殖和水稻栽培的稻蟹生态种养模式，要求选购蟹苗规格提高到100~160只/kg为宜，合理放养密度为400~600只/亩；苗种早入池(4月上旬)，以延长河蟹生长期；视水稻插秧情况，5月下旬至6月上旬进行投放，每亩放养密度在400~600只，进行科学投饲和管理^[45]。

生产实践上，稻蟹种养生产建设养殖沟对提高河蟹产量与规格是必要的。但养殖沟占用稻田面积，无补救措施，水稻将减产10%以上。通常，在一定临界值以下，随着种植量增加，水稻产量也相应增加。因此，可以通过加大养殖沟附近水稻种植密度来补充因开养殖沟占用面积导致的减产。缩减行距增加种植密度，其通气透光条件不如宽窄行。试验结果表明，大垄双行、沟边加密的栽植方式为优化方案。既保障了河蟹生育需求又充分利用边缘效应提高水稻产量。

稻田成蟹养殖田块，一般选择10亩为一个单元。在坝埂内侧1m处挖开口0.8m、池底宽0.3m、池深0.6m的环沟。水稻种植方式由常规的30.0cm×30.0cm的行距改变为20.0cm×46.2cm×20.0cm的大垄双行。要放养规格整齐、活力好的扣蟹，每公斤在120~160只。放养量为500只/亩，可搭配规格为50g的白鲢20~30尾。稻田生态养殖河蟹规格平均达到每只90g，实现了水稻产量600kg/亩以上，河蟹产量20kg/亩以上，稻蟹综合效益1000元/亩^[46]。

4.3 稻田养鱼

稻田养鱼能够有效地清除田间杂草，在水稻生育期间未喷施任何农药是生产无公害水稻的一种方式。通过鱼在水中游动对水稻根部供氧起到一定作用，使水稻达到活棵成熟，能有效提高稻米品质及适口性。在稻田中养鱼，水稻可以为鱼遮光蔽日，鱼可以为水稻除草、除虫、疏松土壤，改善土壤透气和光照条件，为水稻生长提供养分。

黑龙江鸡西虎林镇农业技术服务中心开展的水稻“鱼除草”试验研究^[47]，试验设6个处理，1个对照(表4)。

表4

处理	处理面积 / m ²	草鱼数量 / 尾	鲤鱼数量 / 尾	鲫鱼数量 / 尾	泥鳅数量 / 尾
1	253.46	5	10	0	0
2	346.84	8	8	0	40
3	226.78	10	5	0	0
4	333.50	12	4	0	0
5	573.62	25	10	0	0
6	700.35	15	22	30	0
7 (CK)	266.80	0	0	0	0

注：草鱼平均单重53.3g/尾，鲤鱼平均单重59.4g/尾，鲫鱼单重16.7g/尾。

具体做法：在池内离池埂1m远挖“口”字形鱼沟，鱼沟上口宽40cm，底宽20cm，深30cm。稻田施肥采用多次施肥的方法，防止水田的肥料浓度影响鱼的生长，并视天气情况灵活掌握。前期勤灌水，水稻扬花期要保持稻田水沟水深40cm、田面水深10cm以上，方便鱼类吞食杂草及害虫。后期如果草量不够鱼苗食量，可向稻田投入一定量的绿色饵料。

结果表明：前期各处理均对稗草有较好的防效，而对慈菇、眼子菜、水马齿、莎草的防效较差。草鱼对稗草的防效比较理想。后期对阔叶杂草、莎草也有着很好的防效。草鱼对杂草有选择性，在饲草充足时，优先取食稗草，随着稗草数量的减少，草鱼个体体重增加，食量加大，到7月30日，阔叶杂草和莎草也基本全被取食。

前4个处理除草效果达到了预期目的，且产量也可达到或超过使用除草剂的普通栽培，尤其处理2因放养了泥鳅，起到了松土、透气的作用，水稻长势、产量等各项指标均高于其他处理，产量达到582.2kg/亩，比对照增产434.1%，增产效果显著。

4.4 水稻常见病虫害的农业防治

稻摇蚊。清除田间或水渠边的杂草，消灭成虫越冬场所。适当浅水灌溉和排水晒田。稻摇蚊多发生在水停滞且多苔藓的缺乏氧气的水田中，经常深灌易发生危害，如发现害虫，应及早排水晒田，不利于幼虫发

生和活动，而且由于浅灌、晒田可使稻苗生育健壮，不易受虫害。晒田须晒至泥土将开裂为止。

水稻潜叶蝇。水稻潜叶蝇属耐低温害虫，温度超过14℃不利于虫产卵等活动。栽培管理对潜叶蝇发生也有重大影响，成虫产卵喜倒伏水面的叶片上，所以弱苗深灌、田水不流通以及稻苗叶片平伏水面多的稻田环境有利于潜叶蝇发生，而田间水层均匀或浅水层田块则受害较轻。农业防治技术包括：培育壮秧，直播田要浅水浅灌，插秧田尽可能缩短插秧后秧苗的返青期，避免弱苗，特别是倒伏苗的出现；稻田田面要平整，并采取浅水灌溉，可减少成虫的落卵量。

二化螟。种植抗虫的水稻品种；减少越冬基数，二化螟在水稻根茬、稻草和田边杂草上越冬，秋翻时将根茬深翻扣到地里，可减少越冬基数；在成虫羽化前即6月上旬，将残留的稻草烧毁可减少虫源；割净池埂和水渠的稗草、香蒲、芦苇等杂草，可消灭幼虫越冬场所；7月上、中旬发现枯心苗，8月上、中旬发现白穗时，及时拔出虫伤株烧毁或深埋，可避免转株危害。

稻飞虱。农业防治要点：清除稻田内及池埂杂草，可消灭灰飞虱部分卵块，减轻为害。加强肥水管理，做到基肥要施足，适时追肥，防止氮肥过多，贪青徒长，实行浅水灌溉与排水晒田，提高抗性。

稻瘟病。选用抗(耐)病品种，轮换种植抗病品种是预防稻瘟病重发生的根本途径，一个地区要尽量避免种植品种过于单一。清除越冬菌源稻瘟病菌主要在稻草和田埂间杂草及种子上越冬，田间残留的带病稻草及杂草要作燃烧处理，不能将带病的稻草和稻壳直接还田，以免将病菌带入稻田。种子要进行药剂浸种，以减少病菌的残留。加强肥水管理，合理施用底肥与追肥，尤其要用叶面肥；灌水要浅灌、勤灌，做到以水调气，促控结合，提高水稻抗病性。

黑龙江宁安市十几年来没有发生稻瘟病的流行，在1996年、1999年、2004年、2005年全省普遍发生稻瘟病的情况下，宁安市只有零星发生。主要措施是选择抗病品种，大中棚盘育壮秧、合理稀植，控氮增钾、合理施肥，科学灌水、深浅结合适当晒田，搞好预报，及时化防。以农艺措施为主，化学防治为辅的综合防治稻瘟病技术。

纹枯病。农业防治要点：对无病田，杜绝菌核传入。可采取种子精选，防止菌核混杂其中；严禁病残体进入无病田；机械作业时，只能在无病田之间进行；灌溉时，只能从无病田引水灌溉。对有病田，采取打捞菌核与“浪渣”；防止机械、人工及灌溉水传播菌核；科学灌排水与合理施肥，增强抗病性。

水稻条纹叶枯病。农业防治要点：(1)选用抗病、耐病品种。如“盐丰47”、“沈农265”、“辽星1号”、“辽优5218”等品种，合理搭配连片种植，以避免灰飞虱循环传毒，加重危害。(2)清除秧田和本田周边杂草，以减少过渡寄主，消灭灰飞虱繁殖场所，截断寄主链，减轻发病。(3)培育壮秧，增施有机肥，平衡施入氮、磷、钾肥及硅、锌等微肥，加强水层管理，做到促控结合，使植株健壮生长，以增强植株的抵抗力，并减少对灰飞虱的诱集作用。(4)及时拔除苗田病株，以免灰飞虱循环侵染。

4.5 生态稻作方法的评价

生态稻作方法防治病虫害，即稻田复合种养模式，包括许多模式，如稻田养鱼、养鸭和养蟹等。取得了鸭吃草、蟹活土、刺激水稻生长和鱼粪肥田的效果，但从大面积生产应用调查结果看，需要注意的是小面积效果与大面积生产的差异。

水层管理是实现水稻高产稳产和优质的主要手段之一，以水调肥、以水调温、以水调气和以水调控水稻生长发育，是水稻栽培管理的最基本技术。特别是我国北方在水资源较少的情况下，尤其是优质稻米生产，稻田养殖与水层管理的矛盾突出，在稻田养鱼和养蟹等情况下，排水晒田、浅水灌溉和干湿灌溉等稻田基本管理技术都很难保证。

生物粪便肥田其效果很有限，大面积的病虫害还必须使用农药，而这些农药有的对养殖容易产生负面影响。在生产规模较小，以养殖为主，种稻为辅的情况下，有可能达到稻田养殖的一些预期效果，但在生产规模较大，以水稻生产为主，养殖为辅的情况下，养殖的优点实际很难得到全面有效发挥。

稻田养殖大幅度增加生产管理时间和生产管理难度，生产成本也较高。我国水稻栽培面积有约3000万hm²，其中稻田养殖面积一直很少，其根本原因就与稻田的需水条件、养殖的实际效果和管理成本较高有关。

4.6 其他防治技术

灯光诱杀害虫技术。每30~50亩稻田安装一盏频振式杀虫灯，杀虫灯底部距地面1.5m，于害虫成虫发生期天黑后开灯，天亮后关灯，可诱杀二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻黑蝽等多种害虫。

二化螟性信息素。在二化螟越冬代和主为害代始蛾期开始，田间要设置二化螟性信息素，每亩放一个诱捕器，内置诱芯1个，每代更换一次诱芯，诱捕器高出水稻植株顶端30cm。集中连片使用，可以诱杀二化螟成虫，降低田间落卵量和种群数量。

生物防治。第一种是苏云金杆菌（Bt）来防治二化螟和稻纵卷叶螟的技术。在二化螟、稻纵卷叶螟卵孵化盛期采用Bt防治，有良好的防治效果，尤其是水稻生长前期，使用Bt可以有效保护稻田天敌，维持稻田生态平衡。要注意Bt对蚕高毒，临近桑园的稻田一定要谨慎使用。第二种是井冈·蜡质芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌防治稻瘟病的技术。在叶（苗）瘟出现急性病斑或发病中心、破口抽穗期遇到阴雨天气的时候，采用井冈·蜡质芽孢杆菌或枯草芽孢杆菌均匀喷雾，齐穗后再喷1次，对稻瘟病有良好的预防和控制效果，不污染环境，对水稻安全。第三种是井冈·蜡质芽孢杆菌防治稻曲病技术。在水稻孕穗期破口抽穗前7~10天，施用井冈·蜡质芽孢杆菌，可以有效预防稻曲病，还可以兼治纹枯病。

施用稻糠抑（除）草。施用稻糠有利控制杂草，但对水稻也有一定负面影响，这要掌握施用时期、方法、施用量，以达到增强抑（除）草效果，减少对水稻的不利影响。为达到较好防效，还需结合使用其他耕作、栽培技术。

稻糠是稻米加工的副产品，含有大量的淀粉和粗蛋白。稻糠施入水田具有除草、肥田等作用。其除草原理是当稻糠施入水田表面，其营养成分易为微生物所分解，在一周内产生大量二氧化碳并消耗水中大量氧气，使水稻处于强还原状态，其间二氧化碳的增多，可阻碍杂草的发根及其生长发育，氧气的极度减少可阻碍草籽的萌发，因而使杂草受到严重抑制或窒息而死。

施用稻糠时所产生的低级有机酸，抑制杂草发根、发芽，并可灼烧杂草根尖、心叶。强还原反应和低级有机酸可使稗草、牛毛草、雨久花、慈菇等杂草的发芽、发根受到严重抑制。稻糠内有机酸和微生物分解产生的色素、原料的组织成分与土壤胶体结合，可使田面水浑浊，10~15cm的水层，透明度差，因而使杂草的光合作用受阻，从而抑制杂草生长^[46]。

稻田施稻糠1000、1500、2000kg/hm²处理在水稻生理、生化指标上均优于常规稻田（不施稻糠），有防除杂草的作用，除草效果平均达到90%以上，稻糠的施用量以2000kg/hm²除草效果最佳^[46]。

与常规稻田比较，施入稻糠处理的植株高，叶片面积大，叶绿素含量高，植株浓绿；分蘖多，有效穗数多，干重和鲜重高，氮、磷、钾干物质积累多。后期长势好，表现为穗长，籽粒饱满，空秕率低，活秆成熟，具有明显的增产性。

稻糠施入稻田具有良好的除草、施肥、增产效果，施用方法简单，对水稻生长发育有良好的促进作用，在水稻生长前期，稻糠除草效果明显，且有益于植株生长。稻糠对禾本科杂草有抑制作用，对禾本科比阔叶科杂草防效好，且稻糠单独施用效果不佳，与常规农药配合试用，效果理想，所以建议增加杀菌剂及稻糠用量。在收获期，稻糠处理株高、产量等方面不如化学除草，是因为后期灭草效果不好，直接影响产量构成因子，但稻糠还具有肥效，所以产量仍比空白对照高。该研究中，虽然稻糠起到了除草作用，但后期效果不佳，不能完全替代化学除草剂，所以建议与化学除草剂搭配使用，起到降低农药污染和提高产量的双重功效^[46]。

黑龙江海林市新安镇水稻纸膜覆盖及稻糠压草等除草技术，目前已被广大稻农广泛应用。该项技术已被牡丹江农业科学研究所列入有机水稻的栽培技术规程。

对一些农田恶性杂草，化学药剂防治仍然是必要的。水稻田推荐使用的除草剂品种包括：

防除稗草：丁草胺、五氟磺草胺、莎稗磷、苯噻酰草胺、禾草敌、二氯喹啉酸、氰氟草酯；防除阔叶及莎草科杂草：吡嘧磺隆、乙氧磺隆、醚磺隆、苄嘧磺隆；生长后期防除莎草科和阔叶杂草：2甲4氯、灭草松，莎阔丹（2甲·灭草松）。

5 东北稻作区病虫草害综合防控存在的问题及对策

5.1 问题分析

农业部“2011年水稻重大病虫害防治技术方案”中水稻病虫害专业化防治的主推技术包括包括：深耕灌水灭蛹控螟、选用抗病品种、昆虫性信息素诱杀二化螟、种子消毒和带药移栽预防病虫、生物农药防治病虫、保护利用天敌治虫、灯光诱杀害虫、稻鸭共育治虫控草以及高效低毒化学农药防治病虫技术等九个方面的内容。

“十二五”全国植保工作努力实现“三大转变”：一是防控重点要由粮食作物向统筹抓好粮食作物和经济作物转变，特别是要注重园艺作物病虫害的防控工作；二是防控策略要由主要依赖化学防治向综合防治和绿色防控转变，特别是要注重生物防治和物理防治等非化学措施的应用；三是防控方式要由分散防治方式向专业化统防统治转变，特别是要注重提升防治工作的组织化程度和科学化水平。这些都为实施生态防控提供了政策和技术上的支持。

然而，在东北稻区水稻实际生产中，生态防控仍然不普遍，生态防治的推广与实施还存在制约因素，具体包括：

(1) 防控模式仍以化学药剂防治为主，仍没有实现向环境友好的生态防控模式的转变。对于一些流行频繁、危害严重的病虫害和恶性杂草，化学药剂防治是简便而有效的方法。

(2) 目前的生态防治技术仍然不够成熟。例如稻田养殖，水稻减产是普遍存在的现象，而最终的经济效益因养殖能否成功而存在很大的差异。生态防控在防治病虫草害见效慢、防治效果不稳定，尤其是病虫草害大发生时，很难快速控制。

(3) 除了一些有机稻米生产企业外，大多数农户采用生态防治技术的积极性不高，或没有得到技术指导，或因对安全用药仍不够重视等因素，或生产和经营上环保和食品安全意识不足等，应用范围仍然不广。

(4) 植保服务体系仍不够完善，村级农技服务极为缺乏，合作社或农民组织不发达，对农户的直接技术指导不足，导致用药不对或不准、用药时机和药量不准，乱用药现象比较突出。

(5) 政策支持不利和市场开拓不足，致使采用生态防控的产品不能得到预期的回报，从而挫伤积极性。

5.2 对策与建议

5.2.1 加大投入，促进新农药和实用生态防控技术的开发

加强对高效、低毒、低残留新农药研发的投入，以加快农药替代的步伐，从而提高生产的安全性；支持农药施用机具和科学施药技术研究，增强防治效果，提高农药的有效利用率；继续支持水稻抗性品种的选育，提高抗性育种水平，以降低农药使用量和生产成本；充实人员队伍和提高技术水平，以提高病虫害预测预报的准确性，为合理而及时采取防控措施、防治病害提供依据；加强生态防控技术在水稻种植区域的熟化，克服其效果慢、不稳定等方面的缺陷。特别是种养结合的稻作模式，其区域性更强，更需要开发适应不同区域和不同生产条件的实用模式，以减少农药使用量。农业生产过程中对病虫害的防治应按照生态农业的观点，以“预防为主，综合防治”的植保方针为指导，坚持“农业防治、物理防治、生物防治为主，化学防治为辅”的无害化治理原则。

5.2.2 加强培训，增强农民环保意识与生态防控知识

加强对农民环保知识的培训就是向农民普及生态与环境保护知识，传授正确认识农药在病虫害防治中作用，过量施用农药的危害，增强农民生态安全和环境健康的意识；向农民宣传植物病虫害防治、农药的使用技术，包括农药的作用机理、正确的施药量、方法和时间；传授农药知识，提高辨别假冒伪劣农药能力和对高毒禁限用农药的认识，增强抵制假冒伪劣农药和高毒禁限用农药自觉性；强化水稻栽培技术培训，提高生产者水稻种植和生态防控技术的技能。

5.2.3 继续推进农业技术推广体系建设，为生态防控提供更多的公益服务

积极探索各种模式，继续推进农业技术推广体系建设，以提高农业科技成果转化效率，更好地满足农民和生产者对生态防控的需求。通过农业推广技术部门的公益服务，使得生态防控技术获得相应的外部环境效益，从而实现更大的社会效益。目前最迫切的是提高基层农业技术推广部门的人员待遇，改善工作条件。保障村级农业技术推广人员与农民和生产者的衔接，将极大地推动技术应用。

5.2.4 发挥市场引导作用，推动生态防控技术应用

积极制定相关政策，引导企业或个人进入生态防控技术和产品的研发、推广和应用，参照环保企业的标准，或像对待购买频振式杀虫灯享受农机具补贴那样，为参与者提供适当的补贴。例如天敌的培养与释放，技术上复杂且环节多，风险也大，需要获得政策上的支持。

5.2.5 制定优惠政策，建立激励采用生态防控技术的长效机制

从国家层面，在制定国家粮食安全战略的同时，政策上还应加大对东北安全、优质水稻的支持力度。具体地讲，从生态补偿的角度，采取财政优惠政策或财政直接补贴等方式，推进生态防控技术应用，扩大优质水稻的生产；从区域上讲，东北稻区也应该充分利用优越的自然资源条件，出台区域性的特殊优惠政策，建立长效激励机制，鼓励农民、企业和其他生产者积极采用生态防控技术。加强农产品质量安全体系建设，将采用生态防控产出的稻米纳入监测体系，实现稻米质优价高，以保障生产者获得相应的利益。

5.2.6 加强立法，建立健全农药和农产品监管体系

一方面加强对高毒高残留农药的监管，严格控制高毒高残留农药的使用范围，对农药生产、销售、使用全过程进行有效管理。另一方面要依照有关法律法规，对违反规定，制造、销售假冒伪劣农药的对当事人进行处罚。

主要参考文献

- [1] 中国水稻研究所, 国家水稻产业技术研发中心. 2011年中国水稻产业发展报告. 中国农业出版社, 2011.
- [2] 中华人民共和国农业部, 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴. 中国农业出版社, 2010.
- [3] 孙强, 李明生, 林秀云, 李朝峰. 东北粳米产业现状及展望. 中国稻米, 2005(3): 8-11.
- [4] 王伯伦, 贾宝艳, 胡宁, 王术, 黄元财, 周立宏. 我国北方水稻生产状况的分析. 北方水稻, 2008, 38(1): 1-5.
- [5] 孙强, 张三元, 张俊国, 杨春刚. 东北水稻生产现状及对策. 北方水稻. 2009, 40(2): 72-74.
- [6] 周三立. 中国农业区划的理论与实践. 中国科学技术大学出版社, 1993.
- [7] 靳学慧, 李彩华, 郑雯, 台莲梅, 范文艳, 郭永霞. 对黑龙江省主要农作物病害发生趋势的分析. 黑龙江八一农垦大学学报, 2004, 16(4): 1-4.
- [8] 孟英, 惠振宝, 吴爽, 李淑敏, 郑子君, 郑飞, 王民生, 南萍. 黑龙江省水稻主要病害及其防治. 现代化农业, 2008(3): 6-8.
- [9] 穆娟微, 李鹏, 李德萍, 刘梦红, 伦志安. 寒地水稻主要病害调查研究. 北方水稻, 2008, 39(3): 19-21.
- [10] 刘国秀, 王彪德, 李继增, 王丽君. 水稻主要病虫害的防治方法. 植物保护, 2006(10): 20-21.
- [11] 辛惠普, 台莲梅, 郑雯, 王丽艳, 范文艳, 靳学慧. 寒地水稻病虫害发生与防治. 现代化农业, 2005(11): 4-5, 20.
- [12] 王金秋, 耿海平, 于林卉. 水稻几种主要病虫害发生规律与综合防治技术. 粮食作物, 2008(12): 93-95.
- [13] 靳学慧, 郭永霞, 郑雯, 台莲梅, 张亚玲. 黑龙江省稻瘟病发生特点及2007年发生趋势的分析. 北方水稻, 2007(2): 57-61.
- [14] 卞景阳, 矫江, 许显滨, 谭贺, 中本和夫. 黑龙江省水稻稻瘟病的分析与对策. 北方水稻, 2007(3): 140-142.
- [15] 李胜军, 付玉, 张伟. 综合防治稻瘟病农艺措施. 北方水稻, 2007(1): 48-49.
- [16] 辛惠普, 靳学慧, 姚守礼, 马汇泉, 李效恩, 郭永霞, 台莲梅. 寒地水稻纹枯病发生规律及防治技术研究. 黑龙江八一农垦大学学报, 2000, 12(12): 1-6.
- [17] 傅金铭, 郑宝光, 赵晓宇, 陈德辉, 于春豪, 刘咏军. 综合防治水稻白叶枯病效果好. 辽宁农业科学, 2005(1): 61.
- [18] 桑海旭, 王井士, 边应权, 等. 辽宁省水稻条纹叶枯病严重发生的原因及防治对策. 垦殖与稻作, 2006, (6): 52-54.

- [19] 潘月卓, 付立东, 王宇, 李景波, 张绍权. 盘锦稻区水稻条纹叶枯病的发生与防治. 北方水稻, 2007(4): 41-42.
- [20] 韩永强, 侯茂林, 林炜, 郝丽霞, 田春晖, 苗淑梅. 北方稻区水稻害虫发生与防治. 植物保护, 2008, 34(3): 12-17.
- [21] 王艳青. 近年来中国水稻病虫害发生及趋势分析. 中国农学通报, 2006, 22(2): 343-347.
- [22] 徐庆辉, 战传标. 稻田几种病虫害的防治方法. 植物保护, 2008(6): 28.
- [23] 李艳君. 水稻二化螟在五常市的发生规律及防治技术探讨. 中国农村小康科技, 2010(7): 67-68.
- [24] 魏中华. 黑龙江省水稻二化螟的发生规律与防治措施. 北方水稻, 2010, 40(6): 64, 72.
- [25] 周占魁, 高景芝. 吉林省水稻二化螟的发生规律及综合防治措施. 现代农业科技, 2008(16): 164.
- [26] 迟军, 苑克凡, 沈迪山, 苑兴业. 水稻潜叶蝇的发生及防治. 现代农业科技, 2009(13): 160.
- [27] 许传红. 水稻负泥虫生物学特性及其防治. 北方水稻, 2007(1): 50, 51.
- [28] 蔡明, 邢岩, 赵铁成, 等. 2000年稻水象甲大发生原因及控制对策. 辽宁农业科学, 2000(5): 36-37.
- [29] 孙富余, 田春晖, 项亚萍. 辽宁省水稻害虫发生为害现状及综合防治策略与技术. 辽宁农业科学, 1999(1): 28-32.
- [30] 康恕, 李丽, 王立新, 赵立国. 抚顺地区稻水象甲的发生与防治. 北方水稻, 2007(4): 43-44.
- [31] 司兆胜, 王春荣, 陈继光, 宋显东, 赵长山, 胡亚军, 王振. 黑龙江水田杂草及其群落变化趋势分析. 黑龙江农业科学, 2010(10): 66-69.
- [32] 黄春艳. 黑龙江省农田草害发生防治现状、问题和建议. 黑龙江农业科学2009(3): 71-72.
- [33] 于文全. 黑龙江省稻田草害及防治现状. 牡丹江师范学院学报(自然科学版), 2007(3): 4-6.
- [34] 张志财, 吕跃星, 廖宇飞, 等. 吉林省农田杂草调查结果与分析. 吉林农业大学学报, 2004, 26(4): 462-465.
- [35] 董海, 王蔬, 邹小瑾, 等. 辽宁省水稻田杂草种类及群落分布规律研究. 杂草科学, 2005(1): 8-13.
- [36] 马殿荣, 李茂柏, 王楠, 等. 中国辽宁省杂草稻遗传多样性及群体分化研究. 作物学报, 2008, 34(3): 403-411.
- [37] 马军韬. 浅析黑龙江省农药使用情况. 农药科学与管理, 2009, 30(2): 55-56.
- [38] 吴瑞娟, 金卫根, 邱峰芳. 化学农药在土壤中的迁移转化. 河北农业科学, 2008, 12(3): 122-123.
- [39] 王万红, 王颜红, 王世成, 王姗姗, 李国琛. 辽北农田土壤除草剂和有机氯农药残留特征. 土壤通报, 2010, 41(3): 716-727.
- [40] 新虹, 张建华, 陈连颐. 部分省市稻鸭共作现状扫描. 中国禽业导刊, 2007, 24(15): 23-25.

- [41] 曲金玲. 稻鸭共栖防除杂草及害虫的研究. 黑龙江农业科学, 2010(6): 67-69.
- [42] 金松爱, 杨永利, 高士波, 李玉琴, 金春玉, 王娟. 稻田养鸭对水稻产量及效益的影响. 北方水稻, 2008, 39(1): 35-37.
- [43] 侯立刚, 赵国臣, 刘亮, 郭希明, 隋朋举, 孙洪娇. 有机水稻生产稻鸭共作防治杂草、害虫的研究. 吉林农业科学2009, 34(3): 36-38.
- [44] 赵国臣, 侯立刚, 曹忠, 等. 稻鸭共作技术的研究. 吉林农业科学, 2005, 30(1): 13-15.
- [45] 孙富余, 于凤泉, 孙文涛, 李志强, 陈晓云, 于永清. 稻蟹生态种养生产技术集成与示范技术要点. 辽宁农业科学, 2010(5): 61-62.
- [46] 张兵. 稻田生态养殖大规格河蟹实用技术. 北方水稻, 2008, 38(3): 117-118.
- [47] 张春梅, 杨国林. 绿色水稻“鱼除草”试验简报. 北方水稻. 2009, 39(4): 33-35.
- [48] 赵文清. 有机水稻栽培稻糠稻作除草技术研究. 北方水稻, 2007(3): 81-83.
- [49] 左远志. 寒地稻田稻糠除草技术初探. 中国稻米, 2004(2): 24-25.
- [50] 张磊, 王玉峰, 陈雪丽, 张林, 张兴福, 杨锐. 绿色替代技术——稻糠除草技术的应用研究. 黑龙江农业科学, 2010(12): 72-74.

鸣 谢

在东北三省调研期间，得到了如下各有关部门与许多水稻栽培、植保、环境方面专家的帮助与协助，在此一并致以诚挚的感谢。

黑龙江省农业科学院总经济师矫江研究员，黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所所长魏丹研究员，王玉峰研究员。黑龙江省农业科学院植物保护研究所朴德万研究员。

吉林省农业科学院资环中心主任王立春研究员，陈宝玉博士。吉林省农业科学院水稻研究所所长赵国臣研究员，副所长侯立刚研究员，周广春研究员。

辽宁省农业科学院副院长孙占祥研究员，辽宁省农业科学院科研管理处孙富余研究员，辽宁省农业科学院植物保护研究所所长白元俊研究员，于凤泉研究员。沈阳农业大学植保学院院长傅俊范教授。

附录

2011年水稻重大病虫害防治技术方案

我国水稻病虫暴发频繁，危害严重，防控压力大，及时有效控制病虫危害，对确保水稻生产和粮食生产安全意义重大。根据全国农技中心组织专家会商预测，2011年水稻病虫害继续呈严重发生态势，程度重于2010年，预计发生面积13.9亿亩。为做好2011年水稻重大病虫害防控工作，最大限度减少病虫危害损失，特制定本方案。

一、防控目标

重大病虫防治处置率达到90%以上，绿色防控技术应用面积达到30%以上，专业化防治面积达到15%以上，总体防治效果达到85%以上，病虫危害损失率控制在5%以内，稻田农药使用量减少10%以上，杜绝使用高毒农药和含拟除虫菊酯类成分的农药品种。

二、防控策略

以稻田生态系统为中心，以重大病虫为主攻对象，抓住重点区域和关键时期，做好害虫主害代和病害流行关键期的防控，主推绿色防控技术，注重合理用药，推进专业化防治，将病虫危害损失控制在经济允许水平以下，减少使用化学农药，保护稻田生态环境，努力实现水稻病虫害的可持续治理。

三、生态防控技术措施

（一）防治重点区域和对象

华南稻区：包括广东、福建、广西、海南双季稻种植区，以稻飞虱、稻纵卷叶螟、三化螟、南方水稻

黑条矮缩病、稻瘟病、纹枯病、稻曲病为主攻对象。

长江中下游和江淮稻区：包括江西、湖南、湖北、安徽、江苏、浙江、上海、河南中南部单双季稻混栽区和单季稻种植区，以稻飞虱、稻纵卷叶螟、二化螟、南方水稻黑条矮缩病（江淮和黄淮稻区主攻条纹叶枯病、黑条矮缩病）、稻瘟病、纹枯病、稻曲病为主攻对象。

西南稻区：包括云南、贵州、四川、重庆、广西北部单季稻种植区，以稻飞虱、稻纵卷叶螟、二化螟、稻瘟病、稻曲病、南方水稻黑条矮缩病为主攻对象。

北方稻区：包括黑龙江、吉林、辽宁、河北北部单季稻种植区，以稻瘟病、二化螟和条纹叶枯病为主攻对象。

（二）主要技术措施

稻飞虱：重点做好水稻生长中后期白背飞虱和褐飞虱的防治，西南稻区要注重防治水稻前期的迁入代。水稻孕穗前要发挥天敌自然控害和植株补偿作用，减少用药。孕穗抽穗期百丛虫量1000头以上，杂交稻穗期防治指标可放宽到百丛虫量1500头以上，于低龄若虫高峰期施药防治，优先选择昆虫生长调节剂等对天敌相对安全的药剂品种，提倡使用高含量单剂，避免使用低含量复配剂。江南、江淮、环渤海湾稻区做好秧田期、移栽分蘖期的灰飞虱防治，控制灰飞虱传播条纹叶枯病和黑条矮缩病。南方水稻黑条矮缩病发生区，抓好中晚稻药剂浸种或拌种和秧苗期稻飞虱防治，打好秧田送嫁药，分蘖初期及早防治，预防白背飞虱传播南方水稻黑条矮缩病。

稻纵卷叶螟：重点做好水稻中后期稻纵卷叶螟主害代的防治，卵期人工释放稻螟赤眼蜂压低种群数量，卵孵化高峰期至低龄幼虫高峰期优先选用Bt.等生物农药防治，防治指标百丛50个束尖。

螟虫：水稻分蘖期防枯心，破口抽穗期防白穗。春季越冬代螟虫化蛹期翻耕沤田，压低虫源基数。各代蛾期应用昆虫性信息素诱杀成虫，卵期释放稻螟赤眼蜂，幼虫期应用Bt防治。坚持按防治指标开展化学防治，二化螟分蘖期枯鞘株率达到3%、孕穗后期至抽穗期每亩卵块数达到50块的稻田，于卵孵化高峰期施药防治。三化螟每亩卵块数达到40块的稻田在水稻破口抽穗初期施药防治。

稻瘟病：重点在水稻分蘖期至破口抽穗期做好叶瘟和穗瘟的预防。种植抗病品种，实行品种多样化种植，避免过量和过迟施用氮肥。早稻和单季稻秧田打好送嫁药，分蘖期田间出现急性病斑或发病中心时实施药剂防治，破口抽穗期施药预防穗瘟。提倡使用高含量单剂农药，避免使用低含量复配剂。

纹枯病：重点在水稻分蘖末期至孕穗抽穗期防治。加强肥水管理，搞好健身栽培，分蘖末期晒好田，当田间病丛率达到20%时进行药剂防治。

南方水稻黑条矮缩病：采取“抓秧田保大田，抓前期保后期”的“治虫防病”策略，做好单季稻和双季晚稻秧田和本田初期稻飞虱的防治。重点抓好药剂拌种或浸种及带药移栽，秧田和本田初期带毒白背飞虱迁入时，选用速效和持效药剂并配合抗病毒剂防治。华南和长江中游单季稻区，可适当调整栽插期，使水稻感病敏感期避开白背飞虱迁入期。秧田应远离感病早稻田和玉米田，采用防虫网或无纺布覆盖保护或集中保护育秧，弃用感病秧苗。常发区增加移栽密度，预留备用秧苗。田间发现感病植株及时拔除或踩入泥中，减少本地毒源，并从健丛（株）上掰蘖补苗，重病田应及时翻耕改种。

稻曲病：选用抗性品种，避免过量和迟施氮肥，提高水稻抗病性。重点在水稻孕穗末期开展预防，即在水稻破口抽穗前7~10天施药，如遇适宜发病天气，7天后需要第2次施药。

四、专业化防治主推技术

（一）深耕灌水灭蛹控螟技术

利用螟虫化蛹期抗逆性弱的特点，在春季越冬代螟虫化蛹期统一翻耕冬闲田、绿肥田，灌深水浸沤，浸没稻桩7~10天，可杀死70%~80%的螟蛹，有效降低虫源基数。冬种田在收获后及时耕沤，也有一定灭螟效果。双季稻连作田早稻收割后及时翻耕灌水淹没稻桩，可杀死90%以上的螟虫。

（二）选用抗病品种防病技术

选用抗（耐）稻瘟病、稻曲病、条纹叶枯病的水稻品种，淘汰抗性差、易感病品种，及时轮换种植年限长的品种，是预防病害的根本措施。

（三）昆虫性信息素诱杀二化螟技术

在二化螟越冬代和主害代始蛾期开始，田间设置二化螟性信息素，每亩放一个诱捕器，内置诱芯1个，每代更换一次诱芯，诱捕器高出水稻植株顶端30厘米。集中连片使用，可诱杀二化螟成虫，降低田间落卵量和种群数量。

（四）种子消毒和带药移栽预防病虫害技术

早稻用咪酰胺浸种，预防恶苗病和稻瘟病。单季稻和双季晚稻用吡虫啉拌种或浸种，预防秧苗期稻飞虱及南方水稻黑条矮缩病、条纹叶枯病等病毒病和稻蓟马。秧苗移栽前3~5天喷施送嫁药，预防或减轻大田病虫害的发生为害。双季早稻施用送嫁药，预防螟虫和稻瘟病。单季稻和双季晚稻施用送嫁药，预防稻蓟马、螟虫、稻飞虱及传播的病毒病。

（五）生物农药防治病虫害技术

1. 苏云金杆菌（Bt）防治二化螟和稻纵卷叶螟技术。于二化螟、稻纵卷叶螟卵孵化盛期采用Bt防治，有良好的防治效果，尤其是水稻生长前期，使用Bt可有效保护稻田天敌，维持稻田生态平衡。注意Bt对蚕高毒，临近桑园的稻田慎用。

2. 井冈·蜡质芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌防治稻瘟病技术。在叶（苗）瘟出现急性病斑或发病中心、破口抽穗期遇阴雨天气时，采用井冈·蜡质芽孢杆菌或枯草芽孢杆菌均匀喷雾，齐穗后再喷1次，对稻瘟病有良好的预防和防治效果，不污染环境，对水稻安全。

3. 井冈·蜡质芽孢杆菌防治稻曲病技术。于水稻孕穗期破口抽穗前7~10天，施用井冈·蜡质芽孢杆菌，可有效预防稻曲病，并兼治纹枯病。

（六）保护利用天敌治虫技术

常用措施有：田埂种植芝麻、大豆等显花植物，保护利用蜘蛛、寄生蜂、瓢虫、草蛉、青蛙等天敌；释放赤眼蜂防治二化螟和稻纵卷叶螟。

（七）灯光诱杀害虫技术

每30-50亩稻田安装一盏频振式杀虫灯，杀虫灯底部距地面1.5m，于害虫成虫发生期天黑后开灯，天亮后关灯，可诱杀二化螟、三化螟、稻纵卷叶螟、稻飞虱、稻黑蝽等多种害虫。

（八）稻鸭共育治虫控草技术

水稻移栽后7~10天扎根返青、开始分蘖时，将15天左右的雏鸭放入稻田饲养，每亩稻田放鸭10~20只，破口抽穗前收鸭。通过鸭子的取食活动，可减轻纹枯病、稻飞虱和杂草等病虫害的发生为害。

（九）高效低毒化学农药防治病虫害技术

吡蚜酮、噻嗪酮、异丙威、醚菊酯防治褐飞虱，噻虫嗪、烯啶虫胺防治白背飞虱和灰飞虱，丙溴磷、氯虫苯甲酰胺、甲氨基阿维菌素防治稻纵卷叶螟，三环唑、咪鲜胺、稻瘟灵防治稻瘟病，宁南霉素等抗病毒剂与杀虫剂协调使用预防条纹叶枯病、南方水稻黑条矮缩病等病毒病，苯醚甲环唑·丙环唑、戊唑醇防治稻曲病。

GREENPEACE 绿色和平

联络我们：

北京市东城区新中街68号聚龙花园7号楼聚龙商务楼3层 100027

电话：86-10-65546931 传真：86-10-65546932

www.greenpeace.cn

