

结 论

本试验研究是在低湿致涝弃耕地上晚播不利条件下进行的。是一项改造低产田的新的耕作方法。农机农艺紧密配合,农艺部分综合了深松、平翻、旋耕、平作、垄作、密植、化学除草等多项技术成果于一体,农机部分配套了相应的机具。初步形成了“深松筑台—旋耕播种”低湿地台田机械化耕种技术体系。

“台田”集中了深松耕法、旋耕法和平翻

耕法的优点,不需要连年平翻土地,既便于台田垄作,又便于平作密植,耕法多样,一机多用,因地制宜,也可以根据地势、土壤、作物等自然特点灵活运用。

低湿地“台田”改善了耕层构造,减少了洼地土壤含水量,既达到渗墒,散墒作用,又能提高地温,熟化底土层,协调了土壤“三相”比例,改造了土壤理化性,发挥了低湿地潜在肥力,为作物创造了良好生育环境,可改造低湿地低产田,从而为开发低湿弃耕地创出一条新路。

药剂防止玉米霜冻的初步研究

孙福在 朱 红 何礼远

何维勋 冯玉香

(中国农科院植保所)

(中国农科院农业气象所)

徐光云

王玉强 王树山

(黑龙江省农业推广总站)

(黑龙江省青冈县农业推广中心)

摘要 检测结果表明,青冈县育苗玉米上普遍存在着冰核细菌,并以草生欧文氏菌(*Erwinia herbicola*)占绝对优势,它是诱发和加重当地玉米霜害的关键因素。

经人工霜箱和田间试验结果表明,当霜冻叶温为 $-5\sim-3.1^{\circ}\text{C}$ 时,抗霜剂1号和抗霜素1号防止玉米霜冻效果分别为 $49\sim94\%$ 和 $49\sim90\%$,防效显著,有一定应用价值。结果证明,用药剂防除冰核细菌减轻农作物霜害是一条可行的途径之一。

霜冻是一种严重的自然灾害,1969年东北地区低温早霜,粮食减产近50亿公斤;1986年黑龙江省春霜冻死玉米160万亩。

长期以来人们认为植物霜害是零度以下

低温($-2\sim-5^{\circ}\text{C}$)和霜敏感植物生理特性所决定的。故采用升温法和避霜法等防御霜冻,耗费大量人力和物力,结果收效甚微,难以挽回损失,至今霜害仍是农业生产上的一大障

注:该项目为国家自然科学基金资助项目。

碍。

近年来,国外和我们以大量的研究事实证明^[1,2,3,4],植物体上广泛存在着—类冰核活性细菌(ice nucleation active bacteria 简称 INA),已知有三个属 13 个种(变种)冰核细菌,它是诱发植物霜冻的关键因素,可在-2~-5℃诱发植物细胞水结冰而发生霜冻,相反,没有 INA 细菌存在的植物,可耐-7℃的低温而不发生霜冻。这一发现,为研究和防止植物霜冻提供了新途径,即采用药剂或生防等方法防除植物体上的 INA 细菌来达到防御霜冻的目的。该方面研究,在美国和日本已取得成效。本文报道药剂防止玉米霜冻的初步研究结果:

材 料 和 方 法

(一)供试菌株

选择我国优势 INA 细菌种类丁香假单胞菌(*Pseudomonas syringae* pathvars)和草生欧文氏菌(*Erwinia herbicola*)做供试菌株。ISS₀₁(P·S)菌株分自北京大豆上,IHM₄(E·h)菌株分自北京玉米上,IHM₈(E·h)菌株分自黑龙江省青冈县玉米上。上述菌株均做过冰核活性和细菌学鉴定。

(二)叶片冰点率测定方法

采用小叶片浸渍冻结法测定,先将采集的叶片标样剪取成 0.2×0.2 厘米大小的叶片,均匀排列在铝箔纸上,每个小叶片上滴 0.03 毫升灭菌的无离子水浸没,于-5℃低温水浴槽中测定 3 分钟后,记录结冰的小叶片数,再除以测定的总小叶片数,即为叶片冰点率。

(三)冰核细菌分离方法

每种标样挑取 5 个结冰的小叶片放进研钵里磨碎,再用 10 毫升灭菌的无离子水冲洗干净装入试管,依次稀释成 10、10²和 10³这三种浓度,并分别吸取 0.1 毫升放入 KB 平

板基上,涂抹均匀后于 22℃ 培养 4 天,标记各种类型代表菌落并稀释成约 5×10⁸个/毫升细菌浓度,用 Vali 小滴冻结法测定,凡是在-5℃能结冰的细菌,就判定为 INA 细菌,并计算其菌落数,推算出每平方厘米叶片上的 INA 细菌数量。

(四)破坏 INA 细菌冰核蛋白的药剂筛选方法

先将供试药剂按一定浓度与 INA 细菌配成药、菌混合液,其含菌量为 5×10⁸个/毫升细菌,采用 Vali 小滴冻结法,用定量移液管吸取药菌混合液滴在铝箔纸上,每滴为 10 微升,每处理滴 30 滴,再把铝箔纸漂浮在高精度低温水槽的酒精上面,固定温度测定 2 分钟,记载冻滴数,除以对照(无药菌液)冻滴数,换算成冻滴率(%),依照冻滴率的高低变化,区分 INA 细菌的冰核活性有、无或强、弱程度上的差异,据此判明各种药剂对 INA 细菌的冰核蛋白的破坏作用效果。

(五)人工模拟霜箱

由中国农科院农业气象所设计组装,箱内容积 50×50×50 立方厘米,用半导体制冷,通过调整变压器控制箱内升降温速率及低温强度,箱内水平温度分布基本均匀一致,垂直方向梯度明显,接近自然辐射型霜冻。温度由精度 0.2℃ 以内的热敏电阻温度计与微机连接,荧光屏定时显示并自动打印记录箱内植物叶片上的测点温度值。

(六)田间小区防霜效果的测定方法

1. 叶片霜冻程度分级

依照叶片受冻部分占整个叶面积的比例大小,分为 5 级:

0 级:生长正常,无冻害;

I 级:受冻面积占全叶 1/4;

II 级:受冻面积占全叶 1/4~1/2;

III 级:受冻面积占全叶 1/2~3/4;

IV 级:受冻面积占全叶 3/4 以上。

2. 防霜效果计算

霜冻指数 =

$$\frac{\sum(\text{各级受冻叶数} \times \text{本级级数})}{\text{调查总叶数} \times 4} \times 100$$

防霜效果 =

$$\frac{\text{对照受冻指数} - \text{处理受冻指数}}{\text{对照受冻指数}} \times 100$$

结果与分析

(一) 青冈县玉米苗上 INA 细菌种类和

表 1

青冈县育苗玉米上 INA 细菌种类和数量测定结果

苗床户主	分离日期 (月、日)	苗 龄 (叶数)	测定温度 -5°C			结冰叶片上 的 INA 细菌 数 /cm ²	P·S 的 INA 细菌数 个/cm ²	E·h 的 INA 细菌数 个/cm ²	备 注
			总片数 (片)	结冰片数 (片)	冰点率 (%)				
孔继福	5、12	3	100	23	23	1.6×10^4	0	1.6×10^4	移栽田间
	5、18	5.4~5	100	21	21	2.0×10^4	0	2.0×10^4	
	5、30	5.5~6	100	16	16	2.1×10^4	0.4×10^4	1.7×10^4	
秋 良	5、12	2~3	100	11	11	7.5×10^3	0	7.5×10^3	
	5、18	3~3.5	100	19	19	1.1×10^4	0	1.1×10^4	
	5、30	4~4.5	100	21	21	1.2×10^4	0.2×10^4	1.0×10^4	
吕凤武	5、12	2~2.5	100	13	13	2.0×10^4	0	2.0×10^4	
	5、18	3~3.5	100	17	17	6.6×10^5	0	6.6×10^4	
	5、30	4~5	100	14	14	1.7×10^4	0.25×10^4	1.45×10^4	
唐子富	5、28	3	100	21	21	1.9×10^4	0	1.9×10^4	移栽田间
	6、19	5	100	19	19	1.7×10^4	0.9×10^4	0.8×10^4	
吴显奎	5、28	2.5~3	100	14	14	4.0×10^4	0	4×10^4	移栽田间
	6、19	5	100	17	17	3.3×10^4	3.3×10^4	0.15×10^4	

P·S 表示: *Pseudomonas syringae*; E·h 表示: *Erwinia herbicola*

数量的测定

从青冈县 5 户农民育苗玉米上,分批采集叶片检测冰核活性细菌,结果从表 1 可以看出,冰点率为 11~23%(诱发霜冻点率),结冰小片上的 INA 细菌为每平方米有 $7.5 \times 10^3 \sim 6.6 \times 10^5$ 个,其中以草生欧文氏菌占绝对优势,仅后期移栽到田间时有少量丁香假单胞菌存在。该结果说明,青冈县育苗玉米上,普遍存在着 INA 细菌,而且数量也较大,是加重玉米苗霜冻的关键因素。

(二) 破坏 INA 细菌成冰活性和杀灭效果测定

优良的防霜药剂,不仅能杀灭 INA 细菌,而且还能破坏其诱发霜冻的冰核活性物质(冰核蛋白);从表 2 中看出,两种药剂都能杀灭 INA 细菌,但对 ISS₀₁ 和 IHM₄ 这两个菌株的成冰活性的破坏作用存在很大差异,以抗霜剂 1 号对 IHM₄ 菌株的成冰活性破坏效果最佳;而抗霜素 1 号对 ISS₀₁ 和 IHM₄ 这两个菌株的成冰活性无显著的影响,故用其防霜

时,必提前数日施药,待被杀死的 INA 细菌的冰核蛋白自然丧失掉,否则它可继续诱发霜冻。

(三) 霜箱测定药剂防霜效果

将四单八号玉米种子催芽后,播种在塑料盒内,再放塑料棚里,每盒留两株,于三叶一心时喷接 5×10^8 个/毫升的 IHM₄ 菌株菌液,保湿 24 小时,做两种处理,一者喷 200ppm 的抗霜素 1 号,另者喷清水做对照,隔 5~7 天后,利用人工霜箱测定发生霜冻温

表 2

破坏冰核蛋白活性和杀灭效果测定结果

药剂名称与剂量	供试菌株	不同时间和温度下的冻滴率(%)						杀灭效果 (5 小时内)
		5 时		24 时		48 时		
		-3℃	-5℃	-3℃	-5℃	-3℃	-5℃	
抗霜剂 1 号 500 倍	ISS ₀₁	16.6	100	0	33.3	J	70	—
	IHM ₄	0	10	0	3.3	J	J	—
抗霜素 1 号 200ppm	ISS ₀₁	100	100	96.6	100	93.3	100	—
	IHM ₄	56.6	100	50	80	50	93	—

注：“—”表示 INA 细菌全部被杀死。

度,这两种处理分期分批各累计测定 390 株,结果从图 1 看出,喷药比对照发生霜冻的温度范围宽,喷药比对照曲线最高点对应温度低,两种处理受冻平均温度值分别为-3℃和-4.7℃,喷药比对照低 1.7℃,差异显著。该结果表明,抗霜素 1 号可使绝大多数植株发

生霜冻温度降低。

从图 2 可看出,随温度下降,未喷药的霜害率急速增加,而喷药的增加缓慢;80%植株发生霜害的对应温度,前者为-3.5℃,后者为-5.7℃。在-3.5℃低温下,前者霜害率为 80%,而后者为 17%,两者差异显著。

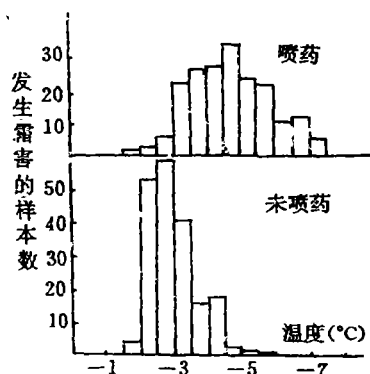


图 1 喷药和对照各温度区间发生霜害的样本数

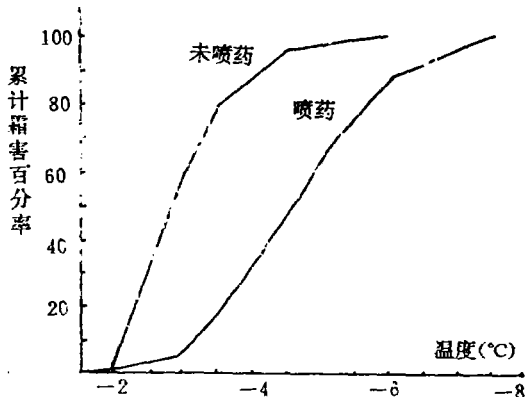


图 2 不同温度下累积霜害百分率

(四)田间防止玉米苗霜冻效果试验

1. 北京试验结果

1988 年 10~11 月,于中国农科院植保所

试验地做药剂防霜试验,用顺义白马牙玉米,10 月 3 日催芽,5 日播种,当 10 月 15 日玉米长到二叶一心时喷接 IHM。菌株的 5×10^8

表 3

对田间玉米苗先喷接冰核菌后施药防霜效果

北京 1988、11

霜冻叶温	药剂名称与剂量	试验总株数 (株)	平均霜冻 株率(%)	重复小区霜冻指数		平均霜冻 指数	防霜效果 (%)
				I	II		
-5℃	抗霜剂 1 号 550 倍	42	52.3	51.98	46.43	49.20	49.1
	抗霜素 1 号 200ppm	56	50.0	51.11	47.78	49.45	49.0
	CK(喷冰核菌)	103	98.05	97.20	96.09	96.64	—

个/毫升细菌菌液,5 月 17 日、24 日和 30 日连续喷 3 次药,处理小区为 4 平方米,重复两

次,随机排列,11 月 4 日凌晨发生霜冻,叶温为-5℃,结果从表 3 可知,抗霜剂 1 号防霜

效果为 49.1%，抗霜素 1 号为 49.0%。

2. 青冈县试验结果

1989 年 4~5 月，在黑龙江省青冈县农技站试验地进行试验，用四单八号玉米，4 月 21 日催芽，4 月 23~24 日播种苗床，并用塑料薄膜盖棚保温。待 5 月 4 日玉米长到二叶一心

时，用 IHM₈ 菌株的 5×10^8 个/毫升细菌液喷接玉米苗，同时盖棚保温保湿两天，5 月 6 日喷药，10 日凌晨发生霜冻，叶温为 -3.5°C ~ -3.7°C ，日出后霜冻症状十分明显，11 日调查防霜效果，结果从表 4 看出，抗霜剂 1 号防效达 80%；抗霜素 1 号防效为 61%。

表 4 育苗玉米先喷接冰核菌后施药防霜效果 青冈 1989、5

霜冻叶温	药剂名称与剂量	试验总株数(株)	平均霜冻株率(%)	重复小区霜冻指数			平均霜冻指数	防霜效果(%)
				I	II	III		
-3.5℃	抗霜剂 1 号 750 倍	174	13.79	7.60	11.61	9.38	9.53	80.00
	抗霜素 1 号 250ppm	212	29.24	13.64	32.75	8.10	18.15	61.00
-3.7℃	CK (喷冰核菌)	235	60.06	42.46	60.02	32.75	46.41	—

表 5 中试验用的玉米苗为 4 月 15 日育苗，均未喷接 INA 细菌的自然苗，苗龄为四叶一心，5 月 6 日喷药，10 日凌晨发生霜冻，叶

温为 -3.1°C ，11 日调查防效，抗霜剂 1 号防霜效果为 94.2%，抗霜素 1 号防霜效果为 90.4%，见表 5。

表 5 对田间自然玉米苗施药防霜效果 青冈 1989、5

霜冻叶温	药剂名称与剂量	试验株数(株)	霜冻株率(%)	平均叶片霜冻指数	防霜效果(%)
-3.1℃	抗霜剂 1 号 750 倍	24	4.2	1.20	94.2
	抗霜素 1 号 250ppm	20	10.0	2.00	90.4
	CK(未接菌、自然苗)	25	44.0	20.80	—

讨 论

通过对青冈县 5 户农民的玉米苗上的 INA 细菌种类和数量检测结果表明，INA 细菌在当地玉米苗上普遍存在着，其冰点率为 11~23%，每平方厘米的结冰小叶片上有 7.5×10^3 ~ 6.6×10^5 个 INA 细菌，并以草生欧文氏菌占绝对优势，又存在少量的丁香假单胞菌，这些冰核细菌是诱发和加重当地玉米苗霜害的关键因素。

优良的防霜药剂，既能杀灭 INA 细菌，又能破坏其成冰活性。本文试验用的两种药剂都能杀灭 INA 细菌，但因冰核细菌种类不同，对其成冰活性的破坏作用存在明显差异。以

抗霜剂 1 号对 IHM₈(E·h) 菌株的成冰活性的破坏作用最佳，而抗霜素 1 号对两个菌株的成冰活性无明显影响。因此，用抗霜素 1 号防止玉米苗霜冻时，必须提前 3~4 日施药，待被杀死的 INA 细菌的成冰活性自然丧失后，方能防止霜冻。

人工霜箱和田间小区试验结果表明，抗霜剂 1 号(钼制剂与抗菌素混配)和抗霜素 1 号(抗菌素混剂)，用来防除冰核细菌(E·h)减轻玉米苗霜害有明显效果，当霜冻叶温为 -5 ~ -3.1°C 时，其防效分别为 49~94% 和 49~90%，有一定应用价值，值得进一步防霜示范应用。那么为什么两种药剂防效幅度相差这么大呢？这主要受冰核细菌数量多与少，发生霜冻的低温强度大与小的影响所致。

尽管上述试验结果是初步的，但也能充

分验证,用药剂防除 INA 细菌减轻农作物霜害是可行的,是能办得到的;在美国和日本已有成功事例,我们尚需进行深入研究。

主要参考文献

- [1] 孙福在、何礼远:冰核活性细菌与植物霜冻的研究概况,植物保护,1989,15(4),41~43

- [2] 高桥幸吉:冰核活性细菌研究的现状及应用,冷冻(日文),1987,62(718):73~80
[3] Lindow, S. E., Arny, D. C., C. D. Upper Bacterial ice nucleation; a factor in frost injuring to plants. plant physiol. 1982, 70:1084~1089
[4] Lindow, S. E., Competitive exclusion of epiphytic bacteria by ice Pseudomonas syringae mutants. Applied and Environmental Microbiology, 1987, 53(10), 2520~2527

有机肥对大豆抗旱性影响研究初报

金 平 曾广骥 于凤芝 何 莹

(黑龙江省农科院土肥所)

摘要 1988~1989 年用黑土和碳酸盐黑钙土进行了单施有机肥、单施化肥和有机无机肥配合施用的盆栽试验。在大豆生育期间人工模拟旱境的条件下测定了与大豆抗旱性有关的大豆叶片细胞膜透性、过氧化氢酶活性和内源激素脱落酸含量。结果表明,在干旱条件下,能减轻旱情,降低大豆植株脱落酸的含量和叶片细胞膜透性,提高叶片过氧化氢酶活性,减少细胞膜损伤,延缓大豆叶片衰老,回归相关测定结果表明,干旱条件下大豆叶片细胞膜透性越小,植株叶片的过氧化氢酶活性越大,二者呈显著的负相关;叶片内源激素脱落酸含量与细胞膜透性呈正相关。

前 言

干旱对植物的影响是多方面的,主要是使植物组织脱水,形成低水势,大量积累生物自由基诱生的过氧化氢等有毒物质,直接或间接地启动膜脂的过氧化作用,导致细胞膜的损伤,电解质大量外渗。但植物体内的自我解毒系统可使过氧化氢酶活性加强,使植物解除毒害这就是说,在干旱条件下,过氧化氢酶可间接地起保护质膜的作用。许多学者研究了在逆境条件下表现的植株的生理特性,并对逆境条件下膜的透性与植物抗性的关系

以及植物体内源激素浓度的变化诸方面提出了有价值的研究结果。本试验的目的是研究大豆施有机肥后,从植株的一系列生理变化来看有机肥能否提高大豆的抗旱性。两年的试验结果叙述如下。

材料与方 法

一、试验设计

试验共设四个处理:①CK(无肥对照),②马粪(MF),③化肥对照(NPKM₀),④NPKM₀+马粪。