

新杀菌剂冀保农防治农作物病害的研究

第二报 防治小麦条锈病的研究

河北省农业科学院植物保护研究所

季 良 刘国鎔 阮寿康 刘信义 孙庆龄 張秀峰

应用化学药剂是防治小麦条锈病的重要途径之一。但是,由于本病在适合条件下,具有发展极迅速的特点,而且在广大麦田中,当病害初始发生,逐步扩展的阶段,往往容易不被察觉。以致一旦普遍蔓延开来,则严重程度迅速增长,而防治效果即大为减低。所以,虽然国内外已研究创制了一些优良的保护性药剂,但迄今仍未能在生产上应用。这就要求我们筛选或创制具有治疗作用的防锈药剂。早在1936年 Gassner 和 Hassebrauk[1]就应用水溶液灌根方法,证明了磺胺、吡啶等药物对麦类锈病具有疗效。以后 Hassebrauk、Hart 和 Allison 和 Straib[2]进一步证实了以上结果。引起了许多工作者对这一方面进行了探索,并获得了一些成果。例如 Hotson[2]曾用磺胺水液根外喷射方法,取得了对杆锈的良好治疗效果。Acosta 和 Livingston[2]选出放线菌酮、氨基磺酸钙等药剂,并认为后者有应用前途。在抗菌素防治小麦锈病的研究方面, Davis[6]等报告抗菌素 P-9 有优良的疗效,它对多种锈病均有效,而且能传导,效果高,无药害;但它对丝状真菌并无直接毒害,因此认为它可能是一种化学免疫剂。我国自1958年来在这方面的研究,也有很大进展。如陆师义等对磺酸药剂的应用和毒理,做了系统的研究;

中国农业科学院植物保护研究所,肯定了氟化钠,氟矽酸钠对三种锈病的疗效,并组织了许多省区对氟矽酸钠,氟钨制剂进行了药效药害的测定。在创制新农药方面,有灭锈灵(中国农科院植保所)、保麦宁(北京化工研究院沈阳分院)、F₁₅(南开大学)、对氯苯磺酸(山西农科院植保系)等,均具有相当高的治疗效果。

虽然锈病治疗药剂的研究工作,近年来获得了显著的进展,但迄今为止国内外尚无在生产上大面积应用的事例。追溯原因,除药源欠广,或成本偏高外,在药剂性能上也还不够理想。主要表现是毒力较低,需要用较多数量的药剂才能得到较好的效果;这不仅使药剂成本提高,在保管、运输方面也增加了不少的困难。另外一个缺点是对在锈病流行中、起主导作用的病原及大量传播的夏孢子的绝灭作用欠高或无效,因此在大流行的情况下,药剂效果显著降低。所以,在我们进行这一工作时,拟订了下列的筛选标准。即毒力强,药效高、对孢子堆有铲除作用、使用安全、来源广。通过一系列的初步筛选工作,发现“冀保农”系统的化合物对小麦条锈、叶锈有突出的治疗效果,并且有毒力强、使用剂量低、对夏孢子堆有铲除作用、以及耐冲刷等优点。现将初步结果介绍

在石家庄的田间试验工作,曾得到河北省农科院粮食作物研究所各级领导的支持及该所植保室杨培、胡正元两同志的具体协助,作者在此特致谢意。

如下，以求得各方的指正及共同加强这方面的工作，使化学防治成为与锈病斗争的有力武器。

一、冀保农田防治小麦条锈病的效果

为了测定冀保农对小麦条锈病的田间防治效果，并与现有优良治疗药剂进行药效比较，我们于1963年，在河北省农业科学院粮食作物研究所（石家庄），用对条锈病严重感染的 5389 冬小麦品种，进行了田间试验。试验在人工接菌（4月18日）条件下进行。（4

月29日接种行开始发病）。小区面积 3.36 平方米，重复三次，随机排列。参加试验的药剂有闽农五号（福建农学院）、氟矽酸钠（日本）、对氨基苯磺酸（中国科学院、微生物研究所）、冀保农 11、20、15、31 号（本所制）。5月7日及18日进行了两次喷药。第一次用药量每小区 500 毫升（合每亩198.4斤）；第二次每小区用药液800毫升（合每亩317.5斤）。5月7日进行了喷药前病情基础调查。5月17日、28日进行两次病情调查，结果见表 1：

结果指出参加试验的药剂，大致可分为

表 1 冀保农，对氨基苯磺酸等药剂对小麦条锈病的田间防治效果比较表

药、剂	浓度 %	病 情 指 数 %					相 对 药 效 %	
		5 月 7 日	5 月 17 日		5 月 28 日			
		基 础	病 指	角转换后	病 指	角转换后	5 月 17 日	5 月 28 日
闽农五号	0.2	0	3.3	10.0	21.0	27.1**	5.7	48.9
闽农五号	0.4	0	1.5	6.8**	16.6	24.0**	57.1	62.1
闽农五号	0.6	0	1.8	7.7**	15.1	22.8**	48.6	64.5
Na ₂ SiF ₆	0.2	0.03	1.2	6.1**	13.3	20.7**	65.7	67.3
对氨基苯磺酸	0.5	0.03	1.0	5.6**	12.7	21.0**	71.4	68.6
冀保农 11 号	0.02	0	0.05	0.9**	1.0	5.6**	98.6	92.9
冀保农 20 号	0.01	0.07	0.7	4.6**	2.0	8.6**	80.0	90.7
冀保农 31 号	0.01	0	0.3	2.6**	2.4	9.2**	85.7	90.0
冀保农 15 号	0.01	0	0.93	4.6**	2.5	9.0**	73.4	91.1
对照(不施药)		0	3.5	10.5	46.2	42.8		
最低差异显著标准				P=0.05	2.67	5.6		
				P=0.01	3.66	7.7		

注：（1）凡以（%）为相对单位，由于观察数值有低于 5 % 者，故均用角转换后的数值测定差异显著性。
（2）5 月 7—28 日共降雨 8 日 133.9mm 其中 5 月 12—14 日 7.8mm 5 月 18—19 日（第二次施药后五小时）66.7mm
5 月 22—24 日 59.4mm。

两类。冀保农 11、20、15、31 号最优，它们不仅极显著的优于对照，亦极显著的优于参加试验的其他各药剂。其中包括目前效果最好的治疗药剂对氨基苯磺酸和氟矽酸钠。冀保农的四种同类物之间的药效则虽有差异，但不显著。从表现看来冀保农 11 号稍优于其他三种。对氨基苯磺酸、氟矽酸钠、闽农五号亦极显著优于对照，三者之间虽亦有差异，但也不显著。闽农五号随使用浓度增

高，药效有递增的趋势。以上结果证明冀保农系统的药物是一种新型的高效防锈药剂。但因接种时间晚，田间条锈病流行迟，以及倒伏等因素的影响，各处理间的千粒重和小区产量未表现明显的差异。（结果从略）

二、冀保农防治小麦条锈病的作用特点

- 1.冀保农毒力强，使用剂量低
- （一）田间药量药效试验

今年在河北省农业科学院粮食作物研究所也进行了初步的用藥量試驗。品种为5389小麦，小区面积3.36平方米，三行区，无重复，但每小区分成1米长的4个固定調查样段。葯品为冀保农11号。只在5月18日噴葯一次，每小区用葯液800毫升(合每亩317.5斤)。噴葯当天調查基础病情，5月28日調查效果，按病情增长率比較效果。病情增长率依下式計算：

病情增长率(%)

$$= \frac{\text{現病情} - \text{基础病情}}{100 - \text{基础病情}} \times 100$$

結果如表2：

表2 冀保农11号使用剂量与药效关系表

药 剂	浓度%	病情指数%		病指增 长 %	病情增 长 % (角转)	相 对 药 效
		基础5 月18日	5月28 日			
冀保农11号	0.005	5.75	30.56	32.41	34.3*	45.24
冀保农11号	0.01	6.80	18.03	11.86	17.7**	79.97
冀保农11号	0.02	6.33	8.06	1.58	6.8**	97.33
对 照		5.33	61.00	59.19	50.3	
最低差异显著标准:				P=0.05 P=0.01	14.0 20.2	

冀保农11号在田間病情已达普遍率59.9—76.4%，病情指数5.3—6.8%的基础上，用0.005%、0.01%及0.02%葯液噴洒一次，而且在施葯后5小时10分钟即遇大雨，在5月18—19日共降雨66.7毫米，降雨时間达22小时10分钟的情况下，仍保持很高的葯效。如表2所示，它对抑制病情指数增长的相对葯效达45.24—97.33%，且有随使用浓度增高而葯效递增的表现，其中以0.02%处理者最优，相对葯效达97.33%。如果按冀保农11号的使用浓度为0.02%計算，則比目前一般治疗剂的田間用葯量低10—25倍。(見表3)。目前应用葯剂防治小麦銹病成本高，运输困难，是主要障碍。降低用葯量，提高葯效就容易被生产上采用。

(二) 冀保农11号对小麦条、叶銹菌夏孢子萌发的毒力測定：

在測定冀保农11号对条、叶銹菌夏孢子萌发的毒力时，以0.1%蔗糖做营养液。除对照外，其他处理則将应加入的葯剂按量加入营养液中。并用采自田間5389冬小麦(条銹)及春麦光葫蘆头(叶銹)品种上的病

表3 小麦銹病治疗葯剂使用浓度比较

药 剂	使 用 浓 度 %		备 注
	田 间	溫 室	
氨基苯磺酸〔1〕	0.4—0.5		陆师义等，植病学报6:1 陆师义等，植病学报6:1、 河北省农业科学院植保所， 河北省1960冬小麦条銹病葯剂試驗总结
氨基磺酸鈣〔1〕	0.8—1.0		
氟矽酸钠〔3〕	0.2		
保麦宁〔3〕	0.5		
灭銹灵〔3〕	0.5		
醋酸镍〔22%〕	0.1—0.2		(日)北兴化学工业株式会社说明 Peturson, B. phgtopathology 48:655 Daris, D. phgtopathology 50:845 Daris, D. phgtopathology 50:841
有机镍〔4〕	2—4磅/英亩		
放线菌酮〔6〕		0.005—0.01	
抗菌素P—9(3%)〔6〕		0.005—0.01	
冀 保 农	0.01—0.02		

叶，进行叶段培养24小时后，采收新鮮夏孢子作为病原材料。用悬滴法进行孢子萌发，条銹萌发溫度保持在15℃叶銹萌发保持在15—17℃。每处理重复三次，进行了两次試

驗，以其平均数值，繪制毒力回归綫如图1。

两次試驗中，对照处理的孢子萌发率条銹为41.38%及37.6%；叶銹为29.7%，与47.1%。根据所得資料計算結果，冀保农11

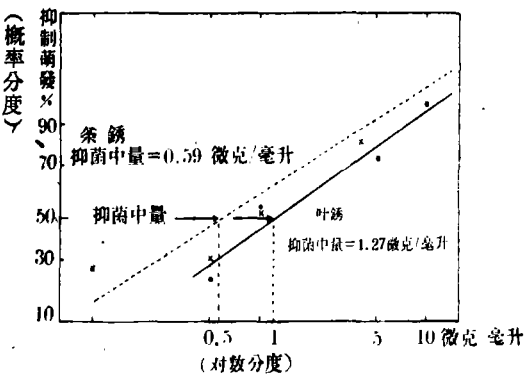


图 1 冀保农11号抑制小麦条、叶锈菌夏孢子萌发的毒力回归线图

号抑制条锈夏孢子萌发的抑菌中量为0.59微克/毫升；而抑制叶锈者则为1.27微克/毫升。结果证明冀保农对锈菌夏孢子的毒力非常强。根据陆师义等报告，0.01克分子浓度（相当0.2%，或2,000微克/毫升）的氨基苯磺酸，对秆锈菌夏孢子即有很强的抑菌作用，剂量增高至0.02克分子浓度以上时，即

全部不能萌发。显然冀保农对锈菌夏孢子萌发的毒力比氨基苯磺酸还要高得多。

2. 冀保农的内吸治疗作用强

一个良好的治疗药剂应当不仅在病原潜育初期具有治疗作用，而最好是在潜育后期以及发病以后均有良好的疗效，这样才更能在大流行的情况下有效的抑制病原，压低菌量，控制病害的流行。如上所述冀保农系统的药剂，在田间表现了优异的防病效果，但是在田间情况下很难明确其在病害发展中各阶段的治疗作用，因此我们在温室及室内条件下进行了冀保农在病害潜育期中的治疗作用以及对孢子堆的直接作用的小型试验，现将结果分述如下：

（一）冀保农在病害潜育期中治疗作用的测定：试验在温室中，用幼苗进行。采用同期一次接种，分期施药的方法，其结果如表4：

表 4 小麦条锈病潜育期中，几种药剂的疗效期测定

施药天数		5 天				7 天				9 天			
处 理	项 目	病苗率(%)	严重率(%)	平均病情指数	相对药效	病苗率(%)	严重率(%)	平均病情指数	相对药效	病苗率(%)	严重率(%)	平均病情指数	相对药效
		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	
对 照		78.2	59.2	45.7	0	91.7	47.0	41.8	0	100	77.5	77.5	0
冀保农11号(0.02%)		71.7	34.7	24.7	45.96	51.8	5.2	2.9	93.09	34.2	8.8	3.1	96.0
冀保农20号(0.02%)		46.8	34.7	21.3	53.39	49.2	13.1	5.0	88.04	26.7	4.3	1.0	98.7
冀保农31号(0.02%)		65.9	33.2	21.8	52.3	60.9	18.6	11.2	73.21	18.1	1.4	0.6	99.23
冀保农15号(0.02%)		37.0	10.8	6.2	86.44	35.0	7.9	2.8	93.31	39.5	8.8	3.7	95.23
冀保农14号(0.02%)		61.1	22.5	15.7	65.65	40.2	16.4	5.2	87.56	23.3	12.5	4.7	93.94
对氨基苯磺酸0.5%		58.7	31.3	20.6	54.93	26.4	10.3	5.7	86.37	77.6	27.8	23.2	70.07

测定结果表明对氨基苯磺酸在接种后7天施药，其相对药效为86.37%；接种后9天施药为70.07%，虽有下降趋势，但仍保持相当高的药效。冀保农系统的药剂在接种后9天施药的情况下，其药效仍达90%以上；在9天以内施药且有随施药时期延迟，而药效增高的趋势。因此可以初步认为冀保农系统的药物在病害潜育期中的治疗作用很强。

（二）冀保农对夏孢子堆的铲除作用测

定：为了测定药剂对孢子堆的直接作用，亦即在发病以后抑制菌量的作用，我们采用了脱叶培养的试验方法。从田间冬小麦5389品种上选取已发生条锈病，而孢子堆发育良好的病叶（叶锈病叶则采自春麦光葫蘆头品种上），连叶鞘一同摘下，用流水洗去附着的夏孢子后，俟叶面稍干后，将它插入已配制好的药液中，随即取出，轻轻振动，使多余药液脱离叶面，对照叶片则用清水处理。然

后将叶鞘插在盛有 0.1% 蔗糖液的玻璃杯中 夏孢子的能力。其结果如表 5 与表 6。
培养, 48 小时后检查孢子堆发育情况及产生 表 5 及表 6 的结果进一步指出, 冀保农

表 5 脱叶培养情况下, 冀保农 11 号对小麦条锈孢子堆的铲除作用观察结果

处 理	浓 度 微克/毫升	枯条反应	孢 子 堆		孢子产生能力
			颜 色	形 状	
对 照	—	—	鲜 桔 黄	大裂口, 丰满	+++
冀保农 11 号	10	—	鲜 桔 黄	大裂口, 丰满	++
冀保农 11 号	30	+ -	稍 桔 黄	裂口较小, 表皮微陷	+
冀保农 11 号	50	+	深褐干枯	干枯, 表皮塌陷	-
冀保农 11 号	62.5	+	深褐干枯	干枯, 表皮塌陷	-
冀保农 11 号	100	+	深褐干枯	干枯, 表皮塌陷	-
冀保农 11 号	200	+	深褐干枯	干枯, 表皮塌陷	-

注: 枯条反应指原孢子堆处的叶脉间呈条状枯死, 孢子堆干枯下陷, 不能再产生夏孢子。状如反应型分级中的近免疫型 (0;)。

表 6 脱叶培养情况下, 冀保农 11 号对小麦叶锈孢子堆的铲除作用观察结果

处 理	浓 度 微克/毫升	枯死反应	孢子产生能力	夏 孢 子 堆	
				颜 色	形 状
对 照	—	-	+++	桔 红	大裂口, 丰满
冀保农 11 号	50	+ -	+	桔红或桔黄	大裂口
冀保农 11 号	100	+	-	桔黄变褐	隆起的表皮下陷
冀保农 11 号	200	++	-	桔黄变褐	成空腔

注: 枯死反应指原棱形孢子堆干枯塌陷, 不产生夏孢子, 在棱形孢子堆长径两尖端的寄主组织上, 产生半月型黑褐色晕环。

药剂对条锈及叶锈夏孢子堆确具有铲除作用。原发育良好的夏孢子堆, 在着药后 48 小时内即逐步干枯下陷, 不再产生夏孢子。有效的抑制了夏孢子的繁殖。就冀保农 11 号而言, 50 微克/毫升的剂量即可杀死条锈菌的孢子堆; 对叶锈菌而言则需要较高的剂量, 约为 100—200 微克/毫升之间。这与抑制夏孢子萌发的毒力测定结果是一致的。

(三) 田间定叶施药的观察: 在发病已经相当普遍的 5389 品种麦田中, 选取了尚未发病及严重率为 10% 的两组叶片, 分别用盛在粗试管中的冀保农 11 号及 20 号的药液进行蘸叶, 随即将叶片取出, 并轻轻振动, 使多余药液脱离叶面。对照处理叶片则用清水代替药液。处理后的叶片, 用挂牌方法进行标记。12 天后检查严重率增长情况及原有孢子堆的表现, 其结果如表 7:

表 7 定叶施用冀保农药剂对小麦条锈病叶产生孢子能力的影响观察

处理前病 叶严重率 (%)	药 剂	施药浓 度微克 /毫升	处理后 12 天严 重率 (%)	相对药 效 (%)	原孢子堆 表现	处理 叶片 数
0	冀保农 11 号	100	14.75	71.14	—	16
	冀保农 20 号	100	33.75	30.41	—	14
	对 照	—	51.11	0	—	17
10	冀保农 11 号	100	24.67	70.9	枯 死	15
	冀保农 11 号	100	26.15	69.2	枯 死	13
	对 照	—	84.70	0	新鲜旺盛	18

表 7 结果指出冀保农 11 号及 20 号施用于已发病或尚未发病的麦叶上, 均可明显的降低病害严重程度; 并产生枯条现象, 这与上述室内的两项试验结果也是吻合的。

3. 冀保农在田间应用时无明显药害

在上述田间试验中, 我们对药害的有无及其表现也作了观察和调查。在叶部发现两

种类型的枯斑，一种表现为沿脉间条状枯斑，与反应型标准中的近免疫型相似。这种类型的枯斑在冀保农系统的药剂中，及对氨基苯磺酸的处理中较多。如上所述，这显然是与药剂对夏孢子堆的铲除作用有关。我们认为这是药效的表现，不能认为是药害。另一种枯斑则表现为块斑状，严重者连成片，甚至叶尖干枯，在閩农五号药剂的各处理中较多，且有随使用浓度增高而加重的现象，因此可以认为是药害的表现。调查即以此为标准进行，方法与锈病病情分级调查法相同，并获得表8的结果。

表 8 不同药剂田间药害及枯条现象调查结果

药剂种类	浓度 (%)	药 害		枯条程度	
		程 度 (%)	角转换 数 值	程 度 (%)	角转换 数 值
閩农 5 号	0.2	3.88	10.8*	0.19	1.7
閩农 5 号	0.4	9.82	18.1**	0.08	0.9
閩农 5 号	0.6	20.06	26.5**	0.30	1.9
氟 矽 酸 鈉	0.2	0.59	4.3	0.21	2.6
对氨基苯磺酸	0.5	0.63	4.5	0.96	5.3*
冀保农 11 号	0.02	0.51	4.1	0.93	5.4*
冀保农 20 号	0.01	1.57	6.8	1.45	6.9**
冀保农 31 号	0.01	1.25	5.8	1.38	6.7**
冀保农 15 号	0.01	1.43	6.8	1.17	5.8**
对照 (不喷药和水)		1.07	5.3	0.05	1.0
最低差异显著标准 $P=0.05$		4.27		3.34	
$P=0.01$		5.84		4.58	

调查结果与观察是一致的，枯条现象在冀保农系统的药剂中与对氨基苯磺酸处理中显著的多于对照，而其他药剂中虽有此现象，但与对照比较无显著差异，这与上述试验结果也有一致表现。在药害方面閩农五号的各处理表现最普遍，使用浓度增高，药害也随之加重，0.4% 以上药害即很严重。冀保农系统的各药剂以及对氨基苯磺酸，氟矽酸钠，与对照比较其药害表现均无显著差异。由于今年石家庄地区自进入四月后，阴雨日多，小麦有早枯现象，以及进行调查时间较晚（5月29日），气温已高，病组织的提早干枯也是常见的自然现象，因此我们认为

这两点是对照处理中也有药害与枯条反应表现的原因。鉴于对氨基苯磺酸在过去多数研究单位的多次试验中并无药害表现，而本试验结果中冀保农系统的药剂，其药害表现又与对氨基苯磺酸及对照处理间的差异不显著，因此我们初步认为这一系统的药剂没有明显药害，在使用上还是安全的。

三、简 结

试验结果初步证明冀保农系统的药剂具有以下特点：

1. 毒力强：对条锈夏孢子萌发的抑制中量为0.59微克/毫升，对叶锈则为1.27微克/毫升，显著比现有治疗药剂的剂量小。

2. 用量少：田间有效使用浓度为0.01—0.02%，比现有治疗药剂的用量低10—25倍。

3. 药效高：在接种后9天施药，疗效达93.9—99.2%；对条锈夏孢子堆的最低铲除剂量为50微克/毫升，叶锈则为100—200微克/毫升。

4. 耐冲刷、无药害。

田间防治小麦条锈病的效果达90%以上，显著超过现有最优的治疗剂——对氨基苯磺酸。因此认为冀保农是一种新型高效的防锈药剂，值得进一步扩大与深入研究。

参 考 文 献

- [1] 陆师义等 小麦锈病化学治疗的研究 (1960) 植物病理学报 6: 1—16。
- [2] 陆师义等 植物病害的化学治疗 植物保护学报 1: 4, 417—425。
- [3] 河北省农业科学院植保所 河北省1960年冬小麦条锈病药剂试验总结 (初稿)。
- [4] Peterson B. F. R. Forsyth, and C. B. Lyon 1958 chemical control of cereal rusts I Control of leaf rust of wheat with experimental chemicals under field condition phytopathology 48:655—657
- [5] 北兴化学工业株式会社 镍化合物杀菌剂 Ruston W. P. 使用说明书。
- [6] D. Davis, L. chalet, J. W. Rothrock, r. deak, S. Halmos and J. D. Garber chemotherapy of cereal Rusts with A New Antibiotic phytopathology:50:841—843