

旱地多功能液肥试验研究初报

郭玉孝 陈国良 赵世伟 刘耀宏

(中国科学院
水利部水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

马国忠 赵克学

(宁夏固原县科委·宁夏固原·756000)

摘 要 试验针对旱地深施化肥利用率不高的问题,从改进肥料类型与施肥技术入手,通过研究适于旱地应用的液肥品种与适期叶面喷施试验,表明新型多功能液肥具有提高叶水势、增强作物抗旱力、提高作物光合速率与水肥利用效率等多种功能,并在大旱之年,经在多种作物与大面积示范,可使单产提高 $213 \sim 5\,475 \text{ kg/hm}^2$ (平均 705 kg/hm^2),增产率达 $10\% \sim 30\%$ (平均 21.6%)。

关键词 多功能液肥 叶面施肥 肥料利用率

Primary Study on Multiporpers Liallid Fertilizer in Dry Land

Guo Yuxiao Cheng Guoliang Zhao Shiwei Liu Yaohong

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Ma Guozhong Zhao Kexue

(Guyuan County's Office of Agriculture Modernization, Guyuan, Ningxia, 756000)

Abstract This paper reports on the new liquid fertilizer used and its proper foliar spray used in dryland based by improving type of fertilizer and application deal with the law use rate of chemical fertilizer. The result showed that the new multiporpers liquid fertilizer could reduce leaf water pretension, improve plant photosynthesis rate and water use efficiency, which increased yield of $10\% \sim 30\%$ (mean 21.6%), and improve yield of $213 \sim 5\,475 \text{ kg/hm}^2$ (average of 705 kg/hm^2).

Key words multiporpers liquid fertilizer foliar fertilizer fertilizer use rate

引 言

增加肥料投入与提高化肥利用率,是保证我国粮食持续增长的重大技术问题,早已为世人所关注。据国务院农研中心分析,化肥在我国粮油增产中起着重要的作用,其贡献率达 33.6% ,且至今在我国绝大部分地区,仍呈增施肥,多增产的良好态势,尤在中低产地区以及土壤供肥能力低下的瘠薄农田更是如此。然而我国的化肥施用不仅不足和比例失调,更为重要的是肥料利用率不高,挥发和残留损失比例大,不仅对能源是一大浪费,对土壤和大气环境造成了不良影响,也加

重了农民的经济负担。

不足和失调主要属于生产决策问题,而利用率不高,则主要属于科学技术问题,只能通过深入的专题研究才能找到有效的途径,这已成为我国工农业生产与农业科学亟待解决的重大科学技术问题。因此,国家科技白皮书规划要求:到2000年我国化肥利用率应达40%,至2020年则应提高到60%。但目前我国的实际情况与此相差甚远,全国平均化肥利用率仅为28%~30%,半干旱区的广大旱地农田则因不良环境与现行施肥途径的限制,化肥利用率更低,一般只有20%~25%,而残留、挥发与反硝化损失高达70%~80%,且有随投入量增加,利用率呈下降的趋势。因此,研究解决提高旱地农田化肥利用率的新途径与新技术,对宁南山区以及黄土高原和北方广大旱农地区的农业持续发展,对在本世纪末实现新增粮食500亿kg均有重要意义。

1 提高旱地化肥利用率途径的选择与液肥配制原理

在提高旱地化肥利用率方面,近10余年来我国许多土壤科学工作者作了大量的工作,并取得了显著的成绩,主要集中在固体肥料剂型(如颗粒肥料,包膜肥料等)和土壤施肥技术上(如表施改深施),液体肥料虽也有研究,但多数适应于湿润与半湿润地区的水地与中高产田上,所有成份大多数是微量营养元素加生物活性物质,这对瘠薄旱地就难以发挥作用。

旱地因受到水分条件的限制,不能像水地那样,可多次结合用水撒施利用,因而走土壤深施以阻止氮素挥发和与深层土壤水分结合,易于溶解吸收的途径,无疑是科学的。但一次施用氮素长期放入土壤中,易被土壤固定和造成反硝化损失,特别是与作物生长需肥期不协调,难以发挥增产作用,则是现存的主要问题。

据我们用 ^{15}N 研究,半干旱区旱地化肥深施,可使挥发损失减少到4.3%,但残留固定与反硝化损失分别高达34.4%与38.9%,则是惊人的,以致肥料利用率仅22%。因而改变施肥途径,将目前旱地唯一的土壤一次性施肥方式,改为土壤深施与根外追肥、基施与多次追肥相结合的方式,方能既减少肥料损失,又能适期满足作物需要。按此思路,我们用同样的化肥量,分基施、深追施与叶面喷施三者巧用,结果收到了预期效果,其肥料利用率综合平均达到59.6%(特别是液肥喷施利用率可达80%以上),单产提高38.9%,从而证明将单一使用固体肥料改为固体肥料与液体肥料结合施用,将土壤施肥改为土施与叶施结合,不失为提高旱地化肥利用率的一条有效途径。

但在旱地作物上增加叶施这一途径,则不同于水地,其区别在于:(1)水地用微量元素和生物活性物质可以起到一定的增产作用,但旱地因土壤瘠薄,在大量元素没有一定满足的情况下,一般液肥较难见效;(2)旱地作物角质层较厚,对液肥吸收利用较水地作物困难;(3)旱地作物生长季常处于干燥环境,若遇干旱,叶面气孔收缩或蒸腾失水严重,液肥也难发挥作用。针对这些突出问题,所以我们在确定叶面施肥应作为旱地施肥的一条重要途径外,在液肥的配方研制原理上,拟定了实施多功能结合的途径,即(1)重补大量元素(相当全生育期用量的 $1/4\sim 1/2$);(2)增加具有抗旱功能的物质;(3)采用提高作物吸收技术;(4)适当选用微量元素与生物活性物质。并进行反复试验,筛选调整,直至获得满意结果。经2年多的研制与试验,已确定94—2型可供示范应用。

2 试验布设与测定方法

本研究于1993年开始设计,1994年在配方研制与室内测定的基础上,进入小面积田间试

验;1995 年进入 67hm² 以上大面积示范应用。

2.1 地点选择

试验主点设在半干旱区的宁夏固原县黄土丘陵区与台塬区,副点设在半湿润易旱区的固原开城乡与陕西长武塬上。

2.2 小试设计

室内与田间小试包括配方研制、均采用简单的对比试验,相应的光合强度,蒸腾强度、叶水势等生理功能测定,所采用仪器为美制光合系统 LI—600、气孔仪、3005 型水势仪等。对比系同时期。用喷施同量无离子水作对照。

2.3 大面积示范设计

作物:选择当地的主栽作物小麦、玉米、马铃薯、胡麻作供试作物。

施用时期:小麦为扬花初期与灌浆期分两次进行;玉米从喇叭口开始,每 10 天一次,至抽雄分三次进行;马铃薯从开花盛期开始,每 10 天一次,分二次进行,胡麻在纵形期与开花期分三次进行,间隔 10 天。

用量:1hm² 每次 150kg,喷施浓度(指内含液肥量,非元素量)3%~12.5%。

喷施时间:8:00~10:00,17:00~20:00,选择无风晴朗的天气喷施。

喷施设备:机动喷雾机。

3 试验结果与分析

3.1 新型多功能液肥施用后的生理效应

表 1 多功能液肥的生理效应

处理	光合速率 Pn mgCO ₂ m ⁻² S ⁻¹	蒸腾速率 E mgH ₂ Om ⁻² s ⁻¹	水势 MPa	气孔阻力 RS scm ⁻¹	叶细胞内 CO ₂ CINT mg/kg	气孔穿导 COND mol m ⁻² S ⁻¹	水分 利用率 P _n /E×1000 mgCO ₂ /gH ₂ O
喷 施 叶 肥	1	0.6754	174.6	-0.6	-0.4343	267.5	3.868
	2	0.6446	120.6	-0.6	0.7013	268.0	5.345
	3	0.583	138.6	-0.6	0.6255	276.0	4.206
	4	0.6565	136.8	-0.6	0.5780	267.5	4.800
	5	0.7234	158.4	-0.6	0.5219	275.3	4.567
	6	0.6420	129.6	-0.6	0.7430	261.9	4.953
	7	0.5852	153.0	-0.6	0.5020	288.0	3.825
平均	0.6442	144.0	-0.6	0.5866	272.0	0.5981	4.473
对 照	1	0.3687	171.0	-0.7	0.3336	310.9	2.156
	2	0.3731	140.4	-0.85	0.5109	310.7	2.658
	3	0.3731	140.4	-0.7	0.5109	310.7	2.658
	4	0.3551	154.8	-0.85	0.4502	309.7	2.294
	5	0.4536	156.6	-0.85	0.4504	311.3	2.897
	6	0.3727	115.2	-0.7	0.6357	320.8	3.235
	7	0.2872	145.8	-0.7	0.5610	317.9	1.970
CK 平均	0.3692	145.8	-0.79	0.4932	313.1	0.7169	2.532

根据 1994 年我们对玉米喷施多功能液肥后测定其光合特性和水势(其结果见表 1),表明:施用多功能液肥具有明显的增强光合速率,提高水势和蒸腾速率,增大气孔阻力,降低叶细胞内 CO₂ 的浓度,降低气孔穿导,提高有效水的利用率。光合强度由 0.287 2~0.453 6mgCO₂m⁻²s⁻¹ 提高到 0.583~0.723 4、mgCO₂m⁻²s⁻¹,平均提高 74.49%;蒸腾速率平均由 145.8mgH₂Om⁻²S⁻¹降到 144.0mgH₂Om⁻²S⁻¹平均降低 1.23%;水势由 -0.85~-0.7MPa 提高到 -0.6MPa 平均提高 24.1%;叶细胞内 CO₂ 的浓度由 309.7~320.8mg/kg,降到 261.9~288.0mg/kg,平均由 313.1mg/kg 降到 272.0mg/kg,平均降低 13.13%;气孔穿导平均由 0.716 9mol m⁻²s⁻¹降到

0.5981mol m⁻²s⁻¹平均降低 16.57%;有效水利份利用率由 1.970~3.235mgCO₂/gHO² 提高到 3.825~5.345mgCO₂/gHO²,平均由 2.532mgCO₂/gH₂O 提高到 4.473mgCO₂/gH₂O,平均提高了 76.68%。这就是多功能液肥能够抗旱,增产的原因所在。

3.2 新型多功能液肥的增产效果

表 2 多功能液肥的增产效果

作物	地点	编号	浓度 (%)	次数	用量 (kg/hm ²)	肥价 (元/hm ²)	单产 (kg/hm ²)	增产 (kg/hm ²)	增产率 (%)	作物单价 (元/kg)	增值 (元/hm ²)	产投比
马铃薯	上黄	1	3	2	9	72	19950	1875	10.3	1.0	1875	26.0
		2	9	2	27	216	22425	4350	24.0	1.0	4350	20.1
		3	12	2	36	288	23550	5475	30.2	1.0	5475	19.0
		CK					18075			1.0		
胡麻	上黄	4	12.5	2	37.5	300	1110	360	48.0	4.5	1620	5.4
		CK					750			4.5		
		5	7.5	2	22.5	180	907.5	213	30.7	4.5	958.5	5.3
玉米	上黄	6	5	3	22.5	180	8160	1500	22.5	1.2	1800	10.0
		CK					6660			1.2		
		7	5	2	15	120	2460	375	17.8	1.8	675	5.6
小麦	开城	8	5	2	15	120	2640	555	26.2	1.8	999	8.3
		CK					2085			1.8		
		9	5	2	15	120	1830	285	18.8	1.8	513	4.3
冬小麦	长武	CK					1545			1.8		
		10	10	1	15	120	3435	585	22.6	1.8	1053	8.8
平均增益	粮食油料	CK					2850			1.8		
								703.5	21.6			
								286.5	39.3			

由表 2 可见,液肥施用后,各种作物均表现较明显的增产效果,一般增产在 10%~48%之间,平均粮食 21.6%、油料 39.4%,且随施用量与施用浓度的增加,增产率有成倍增长的趋势,如马铃薯施用浓度 3%、6%、9%时,则增产率相应为 10.34%、24.04%、30.02%。产投比为 4.3~26,平均为 11.3,其中马铃薯、玉米的效益最为突出,马铃薯在 19~26,玉米的产投比为 10。叶面施肥量是土壤施肥量的 1/10~1/5。它的增产效果是显著的,它以用肥少,效果显著,减少浪费,减轻农民的负担,越来越受到人们的重视。

本研究得到彭祥林教授的指导和钟良平同志的协助,特此致谢。

参考文献

- 1 谢天德等编.液体肥料.化学工业出版社,1992
- 2 山仑,陈国良编.黄土高原旱地农业的理论与实践.科学出版社,1993
- 3 张西科,张福锁,陆萍.不同形态 Fe、Mn、Cu、Zn 在玉米叶面施后的吸收转移.北京农业大学学报,1994,20(2):213~216
- 4 山仑等.宁南山区主要粮食作物生产力和水分利用研究.中国农业科学,1988,21(2):9~16
- 5 陈国良.关键在水、出路在肥——论旱地农作物潜力与增产途径.农业现代化探讨,1983 总 180 期,中国农科院农研委
- 6 赵世伟,陈国良.宁南黄土丘陵区农田春麦系统氮素去向研究,西北农业学报,1995.4 增刊,61~64
- 7 Robert Eibner. Foliar Fertilization Importance and Prospects in Crop Production, Foliar Fertilization, 1986, 3~13