



稀土农用技术丛书
第2集

稀土在小麦水稻 生产中的应用

解惠光宁加贵编著

中国农业科技出版社

S143.7/XHQ

稀土在小麦水稻生产 中的应用

解惠光 宁加贲 编著

组织编写单位：稀土农用技术开发中心

中国有色金属学会 稀有金属冶金学术委员会

中国稀土学会 稀土农医专业委员会

中国农业科技出版社

稀土在小麦水稻生产中的应用

解惠光 宁加贲 编 著

责任编辑 杜 洪

封面设计 马 钢

中国农业科技出版社出版（北京海淀区白石桥路30号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

秦皇岛卢龙印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/32 印张：1 字数：22千字

1988年10月第一版 1988年10月第一次印刷

印数：1—4100册 定价0.45元

ISBN 7-80026-063-1/S·38

内 容 提 要

小麦和水稻施用稀土“农乐”新技术，是国家“六五”科技攻关成果之一。使用成本低廉、方法简便，每亩可使小麦、稻谷增产15~30公斤，增收5~10元。目前在许多地区已大面积推广应用，取得了显著的经济效益。

本书介绍了小麦和水稻施用稀土的效果及方法，可供各地的种植者参考。

编 者 的 话

为了使广大读者了解稀土在农业上的应用效果和使用技术，由稀土农用水务开发中心、中国有色金属学会稀有金属冶金学术委员会和中国稀土学会稀土农医专业委员会，组织编写了一套《稀土农用水务技术丛书》，由中国农业科技出版社出版发行。

《稀土农用水务技术丛书》的主要内容有：稀土浅说、稀土对植物的生理效应和各种农作物施用稀土“农乐”的增产效果与应用方法。为了方便，本丛书将按作物与学科分类。其中有小麦、水稻、花生、大豆、甘蔗、甜菜、橡胶树、烟草、茶叶、棉花、苹果树、葡萄、西瓜、菠萝、荔枝、香蕉、大白菜、辣椒、番茄、黄花菜、黄瓜、水仙花等共10集。

从1972年起，我国就开展稀土农用水务研究。第六个五年计划期间，该项研究列为国家重点科技攻关项目。至1985年底，稀土农用水务技术已取得22项技术鉴定成果，并在1986年1月通过了国家级的技术成果验收。

农作物施用稀土“农乐”后，一般可增产5~15%，经济效益显著（每亩地使用稀土“农乐”20至100克，原料费用只需2角至1元）。这项新技术已在我国25个省市区大面积推广和示范应用，应用的区域和作物种类还在不断扩大，每年效益上亿元。

稀土不是什么“土”，它是元素周期表中第57号至71号元素加上铈和钇共17个元素的总称。农用稀土主要是铈和钇元素的化合物，商品名叫“农乐”益植素，简称“农乐”。

我国有专门的工厂生产标准的产品，年销售量已达数百吨。

经过大量的测定，在天然的植物、动物和人体中，都含有微量的稀土元素，自古以来稀土元素已参加了生物链的循环。稀土“农乐”由卫生系统有关单位多年的卫生学实验研究和经专家鉴定表明，稀土对人畜和环境无害。作物施用适量的“农乐”后，有增产和改进品质的效果。

我国稀土资源十分丰富，工业储量相当于世界其它国家储量总和的好几倍，这为我国稀土农用提供了极有利的物质基础。

本书由竺伟民、赖远生同志审阅。

《稀土农用技术丛书》编辑办公室

目 录

一、稀土与小麦.....	(1)
(一) 稀土对小麦生长发育的影响.....	(1)
(二) 稀土对小麦增产的效果.....	(4)
(三) 怎样施用稀土.....	(6)
(四) 如何充分发挥稀土的作用.....	(10)
二、稀土与水稻.....	(13)
(一) 稀土能增加稻谷产量和改善稻米的 品质.....	(13)
(二) 为什么稀土能增加稻谷产量和改善 稻米品质.....	(14)
(三) 怎样施用稀土.....	(20)

一、稀土与小麦

解 惠 光

(一) 稀土对小麦生长发育的影响

很早以前人们就知道，施用氮、磷、钾肥料能增加小麦产量。以后又发现硼、锰、钼、锌等微量元素和小麦生长有密切关系。但很少有人知道稀土元素能促进小麦生长。

用稀土“农乐”溶液浸种，作发芽试验，发现用稀土浸种的麦粒出芽快，而且整齐。同样的麦种，拌“农乐”和不拌“农乐”，分别播种在一块田里，结果拌“农乐”的成苗数多，说明“农乐”对小麦种子发芽出苗有促进作用。用春小麦作发芽试验，“农乐”处理的种子发芽率一般提高7%左右，冬小麦提高10%。在田间，“农乐”处理过的种子出苗率一般提高5%左右。因此，使用“农乐”后，即使播种量减少5%，也能达到预定的保苗株数。施用“农乐”的小麦不仅发芽快，而且出苗期提前1~3天，拔节期提前1天，抽穗期提前1~2天，成熟期提前1~2天。

“农乐”的另一个作用是促进小麦发根。试验表明，不施“农乐”的小麦主根长36厘米，施“农乐”的可达39~41厘米，施“农乐”比不施“农乐”的平均长8%左右。施

“农乐”还能促进须根生长，分蘖期测定小麦根体积，施“农乐”比不施“农乐”的提高13%。根鲜重提高13.2%，干重提高8.5%。冬小麦在喷施“农乐”后根系发达，根毛浓密，根据测定，处理区鲜重比对照高6.7%。“农乐”促进

根系向纵深发展,既有利于吸收深层土壤中的水分和养料,也加强了根中的合成作用。根吸收的养分,一部分运送到其它器官,另一部分在根中直接合成有机物,根中的干物质积累比地上部早,它直接影响着叶中有机物的合成。“农乐”促进小麦根营养体的生长,实际上间接增加了植物体干物质积累量,因而提高了产量。

施用“农乐”的田块小麦叶色深绿。在同一田块上,一半喷施“农乐”,另一半不喷,到了拔节期从颜色上就很容易看到它们的不同。施用了“农乐”的小麦叶色深,主要是因为小麦中叶绿素的含量增加了,特别是叶绿素A的含量增加了。测试结果说明,施用“农乐”后麦叶中的叶绿素含量一般增加10%以上,最高达25%。叶绿素是制造有机物的“加工厂”,其含量高是小麦丰产的前提条件。同时植株内的可溶性碳、氮比也明显高于对照,这也增进了碳水化合物及蛋白质的合成与积累。此外,施用“农乐”的麦田一般生长都比较繁茂,特别是表现在叶子上。植株高度在整个拔节期都

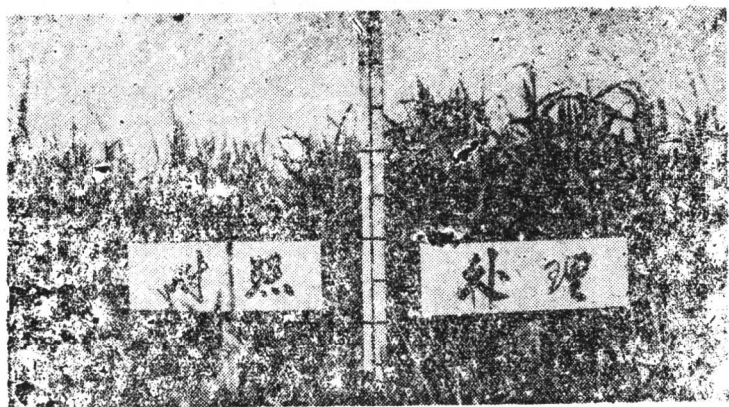


图1 “农乐”处理与对照的麦苗长势实照

高于不施“农乐”区，但到了抽穗期差异就不那么明显了，而叶子的长势始终是旺盛的。据测定，施“农乐”的小麦叶子长度比不施的平均增长8~9%，叶片鲜重增加11%，干重增加16~17%，叶面积增加10~11%，其中功能叶面积增加13%，而且叶片肥厚，光合效率高。施“农乐”的田块比对照田净光合生产率高6.3~21.0%。由于叶面积扩大，叶绿素含量增加，光合作用加强，促进了小麦体内碳水化合物特别是蔗糖由叶片向穗部及根部运转，从而加强了花的发育，增加了小穗数、穗粒和千粒重，同时还延长了叶的功能期，防止了早衰，使小麦正常成熟，从而获得高产。此外，“农乐”还能促进小麦对氮、磷、钾等养分的吸收利用。施用“农乐”的小麦对氮肥的利用率提高6.1%，对磷肥的利用率提高1.4%。所以，在施用氮、磷肥料的基础上施用“农乐”，增产更有保障。

“农乐”还能增强小麦植株抵御外界不良环境条件的能力，而环境条件对小麦产量的影响是比较大的。如黑龙江省春小麦三叶期的“掐脖子”严重时，可使产量减产三至五成；后期阴湿多雨小麦发生赤霉病也会减产；黄淮地区冬小麦返青前的“倒春寒”和生育后期的“干热风”都会引起小麦大幅度减产。因此，“农乐”能提高小麦抗性的特点就具有十分重要的意义。首先，“农乐”能提高小麦的抗旱性，1982年，黑龙江省佳木斯市的部分地区小麦生长期降雨量仅为常年的一半，造成多数小麦田块减产五成左右，但使用“农乐”的地块旱情得到了缓和，据11个地块的统计，较不施“农乐”的平均增产12%，和正常年份的增产效果差不多。小麦施了“农乐”之所以能抗旱，一方面是由于使根扎得深，须根发达，吸水力强；另一方面是由于使叶片加厚，叶内积累的糖

分增多，光合作用强，蒸腾作用减弱，保水能力增强，失水速度变慢。所以，在于早年份施用“农乐”又是缓和旱情的有效措施。其次，“农乐”能增强小麦的抗寒性、抗热性和抗盐害作用，其原因除了以上所说的使机体生长健壮外，还由于“农乐”降低了叶片细胞膜的透性，控制细胞内物质外渗，也就是说保护细胞不受冷、热、盐的破坏，从而减缓或避免了因不良环境引起的减产。另外，“农乐”还兼有防治赤霉病的效果，一般可使赤霉病的发病率降低5%左右。

根据以上分析，可以得出一个初步的结论，就是“农乐”对小麦生长发育具有良好的促进作用。

（二）稀土对小麦增产的效果

“农乐”对小麦的增产作用究竟有多大，使用“农乐”在经济上到底合算不合算，这是大家最关心的事情。下面列举一些施用“农乐”后增产增收的实例。1983年和1984年，黑龙江省农业科学院用本省春麦产区的四种土壤作了春小麦施用“农乐”的盆栽试验，土壤有薄层黑土、草甸黑土、中厚黑土和厚层黑土；“农乐”的施用方法有浸种、拌种和叶面喷施三种方法。试验进行两年，结果基本上一致，三种施法、四种土壤都表现为增产，平均增产9.2%。黑龙江省花园农场在德都县厚层黑土上连续作了四年小麦喷施“农乐”田间小区试验，结果每年都增产，平均增产7.5%，每亩地平均增产15公斤。黑龙江省尖山农场1983年在237 000亩麦田上喷施“农乐”，平均每亩增产17公斤，增产率为7.2%，共增收小麦402万公斤，这项措施共支出工本费仅8.3万元，而获纯利131万元，平均每亩收益5.5元，投资

收益比达1:10。1983年黑龙江省九三农场管理局的96万亩小麦施用了“农乐”，占当地当年小麦播种面积的67%，这项措施共增收小麦1 008万公斤，纯收益407万元。1983年黑龙江省海伦县长发乡的三户农民采用“农乐”拌种，获得每亩产小麦201公斤的好收成，比不用“农乐”的对照田每亩多收25.5公斤。1980年以来，黑龙江省的一些国营农场和乡镇农户陆续大面积使用“农乐”，近几年推广面积逐年扩大，每年应用面积约占全省小麦种植面积的六分之一，正在逐渐成为一项常规的增产措施。表1就是近几年黑龙江省应用“农乐”的情况。

表1 黑龙江省施用“农乐”的情况及效益

年 份	应用面积 (万亩)	增产粮食 (万公斤)	创收益 (万元)
1983	151	1 897	664
1984	460	6 210	1 840
1985	520	7 540	2 392

“农乐”的增产效果是由哪些因素构成的呢？一般来说有四个因素，就是增加了小麦的小穗（小码）数、穗粒重、千粒重和容重。经调查统计，小麦施用“农乐”后每穗上的小穗数平均增加0.4~0.8个，穗粒数增加0.6~1.8粒，千粒重增加0.4~1.0克，容重增加6~12克/升。冬小麦施用“农乐”后成穗数提高0.7万穗/亩，穗粒数增加1.1粒/穗，千粒重增加1.2克。从上面几个指标可以看出，施用“农乐”不但增加了小麦产量，而且经济性状也有所改善。也许有人要问，施用“农乐”小麦增产了，品质是不是降低了呢？据测定，小麦施了“农乐”后，其中的蛋白质、脂肪、淀粉等成

分都没有降低，而且粗蛋白及其中某些氨基酸成分还有上升趋势。冬小麦施用“农乐”获得增产的事例也很多。1984年至1986年，河南省在41万亩冬小麦上应用“农乐”，平均每亩增收小麦22公斤，平均增产7.6%，共增收小麦930万公斤；每亩投资0.6元，增加收益12.6元，每亩净收益9.66元，总收益403万元，投资与收益比为1:13。1983年和1984年安徽省做了多点试验，证明冬小麦在拔节期一次叶面喷施“农乐”，一般能增产5~11%，大部分稳定增产7~8%。这些试验结果已经在生产示范田上得到了证实。

以上事实足以说明，施用“农乐”是一项提高小麦产量，增加收益的好措施。

(三) 怎样施用稀土

要采用一项新技术，关键是要掌握它的使用方法，方法得当才能增加产量，获得效益。那么，怎样使用“农乐”呢？在具体介绍它的使用方法之前，我们先了解一下农用稀土——“农乐”益植素产品的性质。“农乐”是一种水溶性物质，产品有固体或液体两种剂型。固体“农乐”是粉状或碎块状物，含稀土氧化物（以有效成分计）38%左右，易溶于水，在温水或热水中的溶解速度加快。“农乐”的水溶液有时带有乳白色，是由于里面含有少量难溶解的化合物（一般少于1%），用偏酸性的水溶解“农乐”或者在水中加入少量的酸，都能提高“农乐”的溶解度。“农乐”比较容易吸潮，最好在阴凉干燥的地方存放。启封而未用完的“农乐”，应及时把袋口扎紧。固体产品一般为1公斤、0.5公斤或100克一袋的小包装，运输携带都很方便。液体“农乐”每公升

含有效成分是380克，比重为1.6。液体“农乐”使用很方便，只要用水稀释到规定的浓度就行了，最适于用机械（包括飞机）喷施，在大面积种植的作物上使用。

“农乐”用量很小，比常用的微量元素肥料的使用量还低，和某些植物生长刺激素或调节剂的使用量差不多，一般作种子处理或进行叶面喷施。下面就分别介绍一下。

“农乐”在小麦上最常用的使用方法是叶面喷施。一般可配合小麦喷施化学肥料或农药共同进行，使肥料和“农乐”同时通过叶片吸收到小麦体内。叶面喷施“农乐”时首先要掌握好喷施时期。对于春小麦，从三叶期到拔节期喷施都有效果，但最好是在分蘖期至拔节初期进行。如果是机械作业，面积大，时间紧，那么宁晚勿早，尤其不应早于三叶一心期。喷施时期过早一方面效果受影响，另一方面禾苗在田里的覆盖度太低，喷施液大部分落在地面上而浪费掉。对于冬小麦，喷施稀土最适宜的时期是拔节期。据试验，春小麦生育后期喷施“农乐”也有作用，比如孕穗期或开花期，在喷施氮、磷、钾或微量元素肥料时加入“农乐”，对提高产量、增加粒重也有好处。若是单独喷施稀土的话，由于增加一次作业，经济上就不见得合算了。

其次，应注意掌握好“农乐”的用量。用量太低了没有效果，太高则会产生抑制作用。经过试验，叶面喷施稀土“农乐”，一般每亩用40~50克都有效，而最适宜的剂量是每亩45克（按“农乐”有效成分38%计算，相当于每亩施稀土氧化物17克左右）。那么，“农乐”配成多大浓度的溶液最合适呢？这就要看使用什么喷雾工具作业了。小地块多用背负式喷雾器作业，以正常速度行走时，一亩地喷60公斤左右溶液基本上是适宜的，这时配制溶液的浓度是0.075%。就是

说，称取45克“农乐”，加60公斤水溶解，喷施一亩地。为了使“农乐”溶解完全，可以在一个小容器里用少量温水先将“农乐”化开，然后再倒入盛有大量水的容器中搅拌均匀。使用液体“农乐”配制溶液时最好使用量筒，量取28毫升液体“农乐”（相当于固体“农乐”45克）兑60公斤水。大面积机播麦田多用机动喷雾车作业，中速行驶的喷雾车一般每亩喷出药液10公斤，这时应把“农乐”配成0.45%的溶液，即称45克固体“农乐”，溶于10公斤水中，喷施一亩地。有条件的大型国营农场，麦地连片时，常采用飞机喷雾，飞机喷雾每亩用药液2公斤左右，配制溶液的浓度是2.3%，即每2公斤水加入固体“农乐”45克。采用超低量喷雾器喷施“农乐”时，也要先确定每亩的喷液量，再配制溶液。采用机动车或飞机喷施时，要特别注意“农乐”的溶解情况，由于配制溶液的数量大，作业速度快，如果一部分“农乐”尚未溶解完全就装入器械，这样既保证不了需要的浓度，又容易堵塞喷头。最好预先把结块打碎，在水槽或大缸里充分搅拌，必要时把水加温，待完全溶解后使用。

喷施“农乐”作业最好在阴天或无风天进行，尤其是早晨或傍晚较为适宜，因为这样的气候条件空气湿度大，液体蒸发慢，便于吸收。喷洒时最好用压力大的喷雾器，雾粒越细越好，这样才能使每片叶子都接触到溶液，以利吸收。

北方春小麦大面积机械化生产田必须用2,4-D丁酯除草剂灭草，喷施除草剂的适宜时期和喷洒“农乐”的时期差不多，两种药剂又互不影响，把两种药配在一起一次作业，目前已经成为黑龙江省国营农场春小麦喷施稀土的固定作业方式。下面介绍一下具体方法。2,4-D丁酯灭草剂多用喷雾车或飞机作业，每亩地用72%的2,4-D丁酯0.5~0.7公斤。

先把药液用少量水稀释一下，然后配成所需要的浓度，最后加入“农乐”。“农乐”也应预先用少量水溶解好，加入“农乐”后要注意搅拌均匀，再用水泵抽入喷雾车或飞机的贮液罐内。2,4-D丁酯和“农乐”的混合液最好在小麦分蘖期喷施。在春小麦分蘖期喷施混合液，2,4-D丁酯的灭草效果和“农乐”的增产效果都能较好的发挥，与两者单独喷施的效果差不多。但要注意喷施时间不宜过早或过晚，太早了影响“农乐”效果，太晚了影响2,4-D丁酯的除草效果。

小麦施用稀土的另一种方法是拌种。小麦的播种量比较大，所以种植面积很大时，由于用种量大处理种子不太方便，但就手工作业来说，拌种仍比叶面喷施省工而且劳动强度小。“农乐”拌种一般在临播种前进行。为了缓和播种前农活过于紧张的状况，也可以在农闲季节预先把种子拌好备用，但拌了“农乐”的种子必须晾干后保存，沾在种皮上的稀土对种子没有任何危害。拌种时稀土的适宜用量是每亩地用固体“农乐”40克，就是说40克固体“农乐”拌一亩地用的种子。拌种时，先将“农乐”用相当于种子重量1/30的水溶解，然后用喷雾器或小喷壶往种子上喷洒，边喷边用木铤翻动，喷完后再反复翻动几次，使每粒种子都能沾上“农乐”。溶解“农乐”的用水量不宜太少或太多，以防种子沾不全或有剩余。例如，10亩地麦子，亩播种量15公斤，那么就应称“农乐”400克，加5公斤水溶解，拌150公斤种子。黑龙江省农民有“闷种”的习惯，就是种子湿拌农药后上堆，用麻袋或塑料袋盖上闷一夜后用。用“农乐”闷种的效果也不错。已拌“农乐”的种子要阴干，不要暴晒。拌过“农乐”的种子不宜食用或作饲料（这和小麦用稀土拌种或叶面喷施稀土后，人畜食用粮食无害的说法并不矛盾，因为稀土

经麦根或麦叶吸收进入粮食的量极少，而直接拌在种子上的稀土量相对来说要多得多）。前面说过，“农乐”能提高小麦种子的发芽率，因此拌“农乐”的种子可以适当减少播种量。

“农乐”的再一个用法是浸种。浸种是用0.1%浓度的“农乐”水溶液浸泡种子20小时。“农乐”浸种的增产效果比叶面喷施和拌种都要好，因为浸种时种子和“农乐”接触既完全又均匀，因而发挥作用又早又快，同时也节省“农乐”。缺点是浸过的种子不易晾干，一旦生了芽，再遇上土壤墒情不好造成芽干，就会影响保苗。所以一般不提倡使用浸种法，但如果确实具备条件的话，“农乐”浸种的方法增产效果更好。

以上就是小麦施用“农乐”的一些具体方法。究竟应该采取哪种方法，则要根据当地小麦的种植方式、土壤条件、劳动力情况以及工具等，因地制宜地进行选择。

（四）如何充分发挥稀土的作用

从以上的介绍可以看出，施用“农乐”这一措施的优点是用量少、成本低、用法简便、增产效果明显、经济效益高，是一项值得推广的技术。但是，同样一个措施，用法得当效益就大，用得不好也许没有多大效果，这里面是有些学问的。农业技术的效果受很多因素的影响，比如土壤、气候、施肥、管理等等，只有这些相应条件适宜，措施才能正常发挥作用。用“农乐”也是这样，也有各种适于它更好发挥作用的客观条件，了解它们，并积极创造条件，就能很好地发挥“农乐”的增产作用，下面就谈谈这个问题。