

复混肥料的开发与应用

翟宗玺 徐晓东

(中国科学院青海盐湖研究所, 西宁, 810008)

摘要 本文简述了国内外复混肥料与微量元素肥料的开发和应用状况。对利用青海盐湖资源或产品, 开发新型复混肥料提出建议。

关键词 复混肥料 微肥 盐湖资源

1 概述

农作物的生长过程中需要吸收多种化学元素作为营养, 其中像碳、氢、氧元素主要来自空气和水, 其它元素从土壤中吸取。需求量大的氮、磷、钾三大元素, 土壤供给能力有限, 需要通过施肥予以补充。硫、钙和镁是作物的中量需求元素。通常天然水和主肥料带入土壤中一定量硫、钙、镁, 如硫酸铵、过磷酸钙、硫酸钾等。微量营养元素硼、铜、铁、锰、锌、钼, 尽管作物需求量很小, 但缺乏时会严重影响作物的正常发育成长。补充这些元素的肥料称作微量元素肥料(micronutrient fertilizer), 简称微肥。稀土元素并非作物营养元素, 但稀土肥料有促进作物生长, 改善品质, 增加产量的作用。

施肥的目的是要以较小的代价, 获得作物增产的最大经济效益。因此, 施用肥料的品种和数量必须适合作物生长的需要。人们早已熟知三大营养元素氮、磷、钾对作物发育成长各阶段的作用。九十年代以来, 我国农艺人员更重视三大元素的平衡施用, 以及中微量营养元素的补充。如硫元素是植物第四种主要营养元素, 实际需要量与磷相当。在植物生理上, 硫直接参与蛋白质、维生素 A 与 B 的合成, 是植物酶的激活因素。能提高作物的御寒和抗旱能力, 喜硫的十字花科作物, 如油菜, 需硫量比磷还要大。缺硫时幼叶变黄, 老叶变白, 开花推迟, 结实少而空。近年来, 在国内肥料市场上, 由于价格和肥效的优势, 尿素和硝铵的供求正在取代硫酸铵; 各类磷酸盐肥料取代过磷酸钙(其中含有丰富的硫酸盐), 所以可被植物吸收的硫酸根在土壤中的含量呈逐年减少趋势, 作物缺硫的症状时有出现。据调查我国南方轻度缺硫的土壤约 47%, 严重缺硫的占 43%。所以补硫刻不容缓。钙是构成植物细胞壁的必要成分, 对体内代谢、驱毒、壮根有重要影响。缺钙的植株矮短、新叶卷曲、叶边黄枯, 往往因早衰而枯萎。镁是叶绿素的成分, 能提高叶片光合作用的强度, 促进碳水化合物与蛋白质的合成。土壤中含代换性镁小于 6 毫克/100 克土, 则需补充镁肥。大豆是喜镁作物, 缺镁时叶子变成深黄色、卷曲, 并布满棕色斑点, 严重影响收成。钙镁肥料还具有土壤调整作用, 保持土壤 pH 值 6—7, 阻止铁铝元素对磷肥的耗损, 保证磷肥的肥效。

长期大量农业生产实践和科学研究结果表明,作物的成长被土壤中短缺的一种主要营养元素所制约,如不适时补充,必造成减产欠收。所以,根据作物种类、土壤类型与肥力水平、当地气候与灌溉条件对作物提供平衡肥料是至关重要的。随着我国人民生活水平大幅度提高,人们对蔬菜、果品、花卉的需求,除了数量不断增加外,对品种、品质的要求越来越高。为了满足果蔬、鲜花种植的特殊需要,所用肥料正逐步高效化和专用化,使多种养分达到充分、平衡供应。

微量元素肥的生产和应用,我国已开始重视,因为我国耕作土地的复种指数很高(158%),加之国内培育和国外引入的高产作物品种大量增加,土壤综合肥力下降速度很快,可被作物吸收的有效微量元素显著匮乏。

生产部门可以根据农业生产的需要生产不同养分配比的肥料,即有单组分肥料和多组分的复混肥料。复混肥料是综合考虑土壤肥力与作物营养平衡而生产的养分平衡肥料。其中包括复合肥料(compound fertilizer)和混合肥料(mixed fertilizer)。复合肥料是把氮、磷、钾三种主要营养元素中至少两种经化学反应后制成肥料。混合肥料系以单一肥料或复合肥料为原料,经机械混合或造粒后而成的肥料,混合中无明显化学反应发生。其中氮、磷、钾两种或全部。在复混肥料中常常含有或加入少量微量元素盐类。这样,微肥可以一起施用。复混肥料中养分的分配常用(N-P₂O₅-K₂O)对应的数字表示。

据有关资料证实,作物施用复混肥料比施单一肥料,其养分的利用率提高10%。针对性地施用复混肥,作物增产试验获得非常可喜的结果,如表1所示。

表 1 复混肥料增产效果

作物	增产率(%)	施用地区
小麦	7.5	河北
棉花	8.0	河北
玉米	11.6	辽宁
大豆	7.0	东北
烟草	9.0	内蒙
水稻	8.3	江苏
花生	8.0	徐州
茶叶	9.6	宜昌
香蕉	9.0	广东

磷酸二铵(21-48-0)是最早使用的氮磷复合肥,在美国,工业化生产始于本世纪20年代,发展期是50年代,加拿大的小麦和日本的水稻在60年代开始大规模施用复混肥。目前发达国家的农业生产中,作物养分的50%来自复混肥料。我国于60年代中期建成年产3万吨磷酸二铵厂,直至80年以后,我国的复混肥料才有少量生产和应用。其中亦受到我国缺少高品位优等磷矿,磷肥总产量较小的限制。目前国内有复混肥料厂近400家,生产50多个品种复混肥。微肥的生产和应用,美国从40年代开始,总消费量占化肥总量的约1%。当时我国正在进行微肥的实验研究工作,从60年代开始微肥才在农业生产中施用。

2 复混肥料的品种与应用

国内外复混肥料的品种非常多。在美国、加拿大、澳大利亚,生产厂可以完全根据农民提出的肥料养分比来生产复混肥,使肥料达到最大的利用率。

为了使复混肥的发展规范化、标准化,化工部在 1987 年颁布了复混肥的国家标准:《2BG21002-87》之后,经过十年实践,于 1994 年又颁布了新的通用型复混肥料国家标准:《GB15063-94》其技术要求部分见表 2:

1. 磷酸铵复混肥料 磷酸或多磷酸与氨进行中和反应制成的氮磷复混肥料。品种有磷酸二氢铵、磷酸氢二铵,及两者的混合物。近年,多磷酸铵受到农民的欢迎,它是正磷酸铵与不同聚合度磷酸铵的混合物。磷酸铵与尿素、硫酸钾或氯化钾可配制成不同养分比的混合肥料。磷酸铵复混肥料对土壤和作物具有普遍的适应能力,故应用范围广、生产量也很大。

2. 硝酸磷肥 用硝酸分解磷矿,以氨中和后经冷冻除去硝酸钙而加工制成的氮磷速效复混肥。其主要成分有硝酸铵、磷酸铵、磷酸二氢钙。目前国产的硝酸磷肥含水溶性磷 P_2O_5 20%, $N20\%$ (其中 NO_3^- 45%, NH_4^+ 55%)。这种肥料适用于我国北方旱田作物,其增产效果显著。硝酸磷肥中可掺混硝酸钾,制成三元复合肥。

3. 氮钾复混肥 以明矾石为原料采用氨碱法工艺,用氨水除铝后得到硫酸钾和硫酸铵的混合液,经浓缩结晶制成肥料(14-0-16)。产品吸湿性很小,使用方便。对于酸性土壤或砂性土壤,肥效非常显著。

4. 磷酸二氢钾 白色晶体,易溶于水,水溶液呈酸性。含 K_2O 35%, P_2O_5 52%。在小麦、水稻、高粱抽穗至灌浆期,喷施 0.2-0.6% 的水液,增产效果十分理想。只是该肥料市场价格较高,大田作物单独施用的情况不多。另外,像硝酸磷肥、磷酸铵亦可替代它。在花卉种植园或无土栽培蔬菜用这种精细肥料可以提高产品质量档次,增加经济效益。

5. 氮磷钾混合肥 由硫酸铵、硫酸钾和磷酸铵按不同配比混合制成,是高浓度的速效复混肥,其氮磷钾比例,常见的有 10-30-10, 10-20-15 和 12-24-12。这种肥料含磷量高,在施用时可根据土壤肥力,适当补充氮钾肥。该肥料是烟草专用肥料的一种。

6. 钾钙肥 由钾长石、石膏、石灰石和无烟煤按一定比例混合后高温烧结而成。它的粉末是灰绿色,含 K_2O 4.1%, CaO 4.16%, MgO 4.28%。主要在我国南方水稻田中施用。据试用结果,每亩稻田施用 50 公斤,稻谷的增产幅度约 10%。另外,该肥料能调整土壤的酸碱度,保持土壤的供肥能力。

7. 钾镁肥 主要成分可以是钾镁矾($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$)、硫酸钾镁($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$)和光卤石($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$)。作肥料用的钾镁矾,含 K_2O 26-30%, MgO 8-12%, S 16-22%。我国南部红壤地区、酸性砂土区土中代换性镁低于 6 毫克/100 克土,这种情况需要补充镁。喜钾镁的作物有烟草、花生、马铃薯、柑桔等。大田烟草施用钾镁肥(K_2SO_4 约 40%, $MgSO_4$ 约 29%)可大幅度提高优质烟叶的产量,经济效益比一般烟叶提高 10-20%。大面积牧草施用的钾镁肥,有的可直接用钾盐镁矾,含 K_2O 12%, MgO 6%, Na_2O 23%。施肥后牧草绿嫩,复生率高,牛羊育肥速度快。

8. 生物活性磷钾复混肥 把磷肥、钾肥、有机物、活性微生物按一定比例,经过特殊工艺配制而成。除具有磷钾肥效外,所含活性微生物芽孢杆菌有活化磷钾,促进植物生长、抑制病害作用以及改善土壤结构的作用。小规模的大田试验表明,用于小麦,比常规施肥增产 20%,用于蔬菜增产 30%。

3 复混肥料的生产加工方式

复混肥料的生产中首先是原料的选择和搭配,原料性质之间的相容性至关重要。配方的确定应以作物增产效果做依据。同时注意施用方便、易于运输和保管。

1、料浆造粒 向一种料浆形式的原料中加入粉末形的另外几种原料,充分混合或反应后进行造粒。如,把磷酸铵料浆打入造粒机的同时,将粉末状的氮肥、钾肥或其它微肥一并加入造粒机,造粒成型。

2、粉末造粒 把几种细粉状的原料充分混合后,用粘土或粘合剂经造粒工艺粘合成颗粒。为施有时便于辨认,可掺入少量色素制带色颗粒。

3、机械掺混 把粒度一致的几种原料,用机械混匀后即可。若原料粒度相差很大,成品包装后运输过程中由于震荡会造成粗细粒原料重新分离,造成施用时不均匀。

4、制成水溶液 把可溶于水又不相互干扰的原料全部溶于水中,制成透明的水溶液或者带有少量复混肥料悬浮颗粒的悬浮液。在原料中能符合这种要求的磷肥品种很少,多磷酸铵是目前较理想的磷、氮原料,它的溶解度比正磷酸盐大;它与尿素、氯化钾可配成不同规格的复混肥水溶液,并且与杂质金属或加入的微量金属元素形成可溶性多磷酸螯合物,而不被沉淀。例如,多磷酸铵水溶液(10—34—0)、尿素(46—0—0)、氯化钾(0—0—62)和水,按重量百分比29.4/4.5/16.1/50.0可制成 $N-P_2O_5-K_2O=5-10-10$ 的水溶液复混肥料。这种溶液经稀释后用于喷施,其最大优点是肥效快,易于添加微量元素或其它水溶性农药。

无土栽培用的营养液也是一种溶液复混肥,国内外暖房蔬菜,花卉的无土栽培,耗用大量的营养液。

化部于1994年颁布了新的通用型复混肥料国家标准(GB15063—94),规范了通用型复混肥料的技术标准,保障了该肥料的质量。

4 微量元素肥料的品种与应用

1. 硼肥 五水和十四水硼酸钠、硼酸、硼镁肥、硼泥、含硼矿物或矿渣。土壤中硼的监界量是水溶性有效硼含量0.5ppm。作物缺硼的共同症状是顶芽生长点枯萎,根系发育不良。像甜菜是喜硼作物,成熟植株的叶片硼含量约30—200ppm,充足的硼使甜菜含糖量增加,抗病害能力提高。棉花对硼肥的需求,最早是从防治棉蕾病发现的,当土壤缺硼时棉花植株现蕾不开花或少开花,大量脱蕾,造成严重减产。只有施足硼肥才能保蕾保桃,且其它肥料不可替代。

2. 锌肥 一水硫酸锌、碳酸锌、氧化锌、硫化锌、氯化锌等。土壤中有效锌的正常含量约3—4ppm。我国华北地区酸性砂土或石灰性土壤往往缺锌。水稻生长过程中不能缺锌,正常发育的水稻叶片含锌量约20—120ppm,缺锌时出现失绿条斑和棕色锈点,生长迟缓,影响分蘖。蔬菜中芹菜是喜锌菜,是人们为保持健康摄取微量元素的重要来源。施用锌肥使芹菜植株含锌量和维生素含量提高10%。

3. 铜肥 一水和五水硫酸铜,硫化铜,氧化铜、铜矿石选矿后尾矿等。铜是植物酶的组分,能促进叶绿素的合成。在低湿的土壤中腐殖质与铜形成稳定的络合物,不容易被作用吸收,因而造成有效铜的短缺。缺铜对小麦、马铃薯、向日葵等作物影响较大。

4. 锰肥 一水硫酸锰、碳酸锰、氯化锰、锰矿渣。锰在植物体内参与光合作用和氮的转化、酶的激活作用。豆科作物需锰量比较大,顶叶锰含量达到200—1300ppm才属正常。生长良好的番茄,叶片含锰70—400ppm。

5. 钼肥 钼酸铵、钼酸钠、钼矿渣。钼在植物体内的特殊作用是将硝态氮转化为氨态氮,以顺利合成蛋白质。同时是固氮酶的成分。豆科植物缺钼,根瘤发育不良,影响固氮作用,致使果实中实荚少、空荚多。作物体内含钼一般在 0.1—2.0ppm。

6. 铁肥 七水硫酸亚铁、九水硫酸铁、硫酸铵铁。铁是合成叶绿素的催化剂,并且具有促进吸收氮磷的作用。我国大部分耕作土壤中有效铁能满足作物的需要。因为无论各种化肥和农家肥都多少含有铁元素,故施肥时一并带入土壤中。有些果树,像苹果树、梨树在必要时,施用硫酸亚铁。盆栽花卉亦常施少量铁肥。

7. 稀土微肥 硝酸稀土、氯化稀土。所含元素是镧、铈、镨、钕。稀土微肥对作物从种子萌发、根系与植株成长,至开花、结实都有极为显著的激活作用。通常,每亩地施用量虽然只有几克至几十克,但小麦、水稻、玉米、豆类、花生等 30 多种作物增产幅度 5—15%,并具有改善和提高作物品质的作用。微肥除单独喷施外,常与其它肥料混合后一起施用。

5. 利用盐湖资源开发复混肥料

青海盐湖蕴藏大量的天然钾镁盐类,硫酸盐、氯化物和硼酸盐。柴达木地区盐湖的工业产品的氯化钾、硫酸钾、硼酸、硼砂、水氯镁石、芒硝、纯碱等;此外本地区还有铜矿、锌矿等。这些都是研制和生产复混肥料的理想原料,是盐化产品多样化、精细化,增值提效的重要途径。根据盐湖资源的特色和优势,创造性地开发新型复混肥料是青海肥料工业的一个经济增长点例如,硫酸盐型盐湖卤水经过盐田日晒和兑卤工艺可制取高品位的软钾镁矾($K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 6H_2O$)和氯化钾的钾混盐;青海盐湖研究所发明的“用盐田光卤石和天然无水芒硝制取硫酸钾新工艺”除了生产优质的硫酸钾外,也可以生产不同含镁量的硫酸钾,这些都是生产钾镁肥的好原料。特别是,制成无氯型的钾镁肥,可作为烟草的专用肥料。氯化物型盐湖卤水,其盐田产品光卤石,部分脱水造粒后,可制成钾镁肥。以硫酸钾为主成分,可制成氮钾硫肥(硫酸铵+硫酸钾)、氮钾硫肥(尿素+硫酸钾)。

硼酸和硼砂是生产硼肥的最好原料,可以单独制成硼微肥,亦可与钾肥、氮肥制成混合肥。

盐湖无机盐工业的一条重要发展途径就是把原料或初产品进行深加工,提高产品的技术含量,形成具有资源特色的系列产品。尤其是开创盐湖无机盐加工和利用的高新技术,把产品增值寄托在技术创新上,这是形成知识经济的启步要求。其中包括开发新型高效专用复混肥料,为我国农业发展和西部经济的振兴做出更大的贡献。

参 考 文 献

- [1]林乐. 化肥工业. 1997,24(6):3—4.
- [2]陈宪华. 化肥工业. 1997,24(5):6—7.
- [3]Uhde and Uhde Fertilizer Technology,1985 S. H.
- [4]Wyatt,J. M. American Chemical Society Symp. Ser. 1997,668:255—267.
- [5]Grishaev,I. G. Russ RU 2074156(1997).
- [6]Ruan J. Chaye Kexue,1997,17(1):9—13.
- [7]刘桥. 化工矿山技术. 1996,3:35—57.
- [8]宋彭生. 盐湖研究. 1993,1(3):68—80.
- [9]黑龙江农科院. 化肥施用技术. 化学工业出版社,1994 北京.

Development and Application of Compound—Mixed Fertilizers

Zhai Zongxi Xu Xiaodong

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Academia Sinica, Xining, Qinghai 810001)

Abstract

This paper friefs exptoitation and application about multi—mixed,microelement fitilizer bath at home and abroad,proposes new type multi—mixed fertilizer by using Salt lake resources and production in QingHai.

Keywords Multi—mixed fertilizer Microelement fertilizer Salt lake resource