

农村移民实用技术丛书

重要化肥高效施用技术

吴玉光 黄德明 孙明德 编著



中国三峡出版社

● 农村移民实用技术丛书 ●

重要化肥高效施用技术

吴玉光 黄德明 孙明德 编著

中国三峡出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

重要化肥高效施用技术/吴玉光, 黄德明, 孙明德编著. —北京:
中国三峡出版社, 2009. 5

(农村移民实用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 80223 - 298 - 3

I. 重… II. ①吴… ②黄… ③孙… III. 化学肥料—施肥
IV. S143

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 067188 号

责任编辑: 王卫方

中国三峡出版社

(北京市西城区西廊下胡同 51 号 100034)

联系电话: (010) 66112758; 66116828

<http://www.e-zgsx.com>

E-mail: sanxiafx@sina.com

北京通达诚信印刷有限公司印制 新华书店经销

2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

开本: 880 × 1230 毫米 1/32 印张: 7.5

字数: 200 千 印数: 1—5000 册

ISBN 978 - 7 - 80223 - 298 - 3 定价: 14.00 元

《农村移民实用技术丛书》

编辑委员会

审定委员会

主 任：梅祖恩 汪元良 张云昌

副主任：杨德菊 冯志杰 耿明山

委 员：梁金辉 彭学清 马小芹

韩 文 肖麒麟 胡顺炎

审 定：易望汉 万德学

本册编写人员

编 著：吴玉光 黄德明 孙明德

序

目前,举世瞩目的三峡工程枢纽工程建设正接近尾声,工程的防洪、发电、航运等综合效益进一步得到发挥,为我国的经济建设和社会发展发挥越来越大的作用。这其中凝结着湖北省三峡库区人民特别是移民对工程建设所作出努力和贡献。

三峡枢纽工程地处我省宜昌市,境内三峡库区包括巴东、兴山、秭归、夷陵4个县(区),共搬迁安置三峡移民约25.6万人,其中农村移民12万多人。为确保三峡工程建设顺利进行,做好移民搬迁、安置,实现移民安稳致富至关重要。

三峡工程建设的难点在移民。虽然三峡工程的枢纽工程建设即将竣工,但作为三峡工程难点和重点工作的移民工作依然十分艰巨。三峡库区移民正处于生产、生活恢复期,促进移民致富,提高移民生活水平,推进库区经济社会和谐发展,是移民工作的首要任务。目前,我省已经按照中央提出的“搬得出,稳得住,逐步能致富”的要求,全面完成了移民的搬迁任务,但实现“稳得住,逐步能致富”的目标依然任重道远。实现移民安稳致富,依然是移民工作的重中之重,也是当前移民工作的最紧要的任务。

通过多年的移民工作实践,我们逐步探索出一些帮助移民致富的途径,其中技术培训就是一项切实可行、行之有

效的重要途径。

为了进一步加快我省库区移民致富的步伐,使移民培训取得更好成效,省移民局与中国三峡出版社合作,组织出版这套《农村移民实用技术丛书》。丛书的编撰聘请农业骨干专家担纲,选择适宜我省库区的先进、实用技术加以介绍,旨在为我省库区农村移民致富提供精神动力和技术支持,用现代农业科技知识武装新型农民,以促进我省库区农村移民的科技和文化素质提升,进而促进库区经济社会全面发展。

《农村移民实用技术丛书》涵盖农业种植、养殖新技术,内容新颖,技术先进、实用。概括起来有以下显著特点:一是突出高效益农业技术,凸现农业技术的先进性和增收效果的显著性。二是关注农业产业结构调整,拓展高效新产业的经营。这些新型产业投资少,增效快,经营简便,是农民增收致富的快捷、有效途径和农村经济新的增长点,同时还可促进农民经营的多样化,丰富农产品品种,增强抗御风险的能力。三是注重生态型农产品的生产,推广普及畜禽健康养殖和植物产品的绿色种植技术,在同样生产水平下,注重提升产品的内在品质,从而提高经济效益。

我相信,丛书出版一定为促进我省移民培训工作和移民增收致富发挥应有的作用。

湖北省移民局 局长

A handwritten signature in black ink, consisting of three stylized Chinese characters: '任' (Ren), '礼' (Li), and '良' (Liang), which together read '任礼良' (Ren Liliang).

目 录

第一章 氮肥	(1)
第一节 植物对氮素的吸收及氮素对植物的营养作用	(1)
第二节 主要氮肥的性质和施用	(4)
第三节 缓释氮肥和硝化抑制剂	(9)
第四节 氮肥的合理施用	(14)
第二章 磷肥	(19)
第一节 植物对磷素的吸收及磷素对植物的营养作用	(19)
第二节 主要磷肥的性质和施用	(25)
第三节 磷肥的合理施用	(32)
第三章 钾肥	(36)
第一节 植物对钾素的吸收及钾素对植物的营养作用	(36)
第二节 主要钾肥的性质和施用方法	(43)
第三节 钾肥的合理施用	(50)
第四章 中量和微量元素肥料	(52)
第一节 钙	(52)
第二节 镁	(56)
第三节 硫肥	(58)
第四节 硅肥	(61)
第五节 锌肥	(62)
第六节 硼肥	(66)

第七节	钼肥	(70)
第八节	锰肥	(73)
第九节	铁肥	(77)
第十节	铜肥	(79)
第十一节	叶面肥	(81)
第五章	复合肥料	(85)
第一节	复合肥的发展	(86)
第二节	主要化成复合肥的性质和施用	(90)
第三节	主要配成复合肥的性质和施用	(102)
第四节	主要混成复合肥的性质和施用	(111)
第五节	复合肥料的合理施用	(112)
第六章	测土配方施肥	(114)
第一节	概述	(114)
第二节	测土施肥的理论依据	(116)
第三节	土壤测试配方施肥法	(121)
第四节	土壤测试技术	(124)
第五节	推荐施肥技术	(150)
第七章	作物营养诊断	(155)
第一节	作物障碍的成因	(156)
第二节	营养诊断程序	(160)
第三节	植物营养诊断技术	(163)
第四节	植物营养诊断指标体系	(171)
第五节	营养障碍的诊断及防治	(173)
第六节	追肥诊断	(205)
第七节	营养诊断的速测方法	(214)
第八章	提高农产品品质与保护环境	(221)
第一节	施肥与环境	(221)
第二节	施肥与农产品品质	(226)

第一章 氮 肥

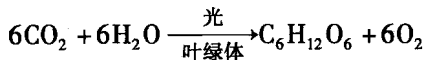
氮素是作物必需的三大营养元素之一,氮在植物生长过程中占有重要的地位,它是植物蛋白质的主要成分,蛋白质又是组成细胞结构的主要物质,氮肥对于农作物的增产起着重要的作用,是目前在农作物上应用最多的化肥。

第一节 植物对氮素的吸收及 氮素对植物的营养作用

一、氮素是植物的重要组成部分

1. 氮素是蛋白质的主要成分 蛋白质是构成细胞原生质的基本组成部分,蛋白质一般含有 16% ~ 18% 的氮素,氮素是植物的生命基础。氮素供应充足,蛋白质合成的多,原生质的构成就有充分的物质基础,细胞分裂快、增长迅速、植株高大、枝叶旺盛、根系发达,为高产奠定基础。

2. 氮素还是叶绿素的重要组成部分 叶绿素是含氮的有机物,在叶片上叶绿体起着吸收光能的作用。通过叶绿素供应的光能将二氧化碳和水合成葡萄糖,葡萄糖再转化成为碳水化合物。



3. 氮还是一些酶的组成部分 酶可以促进作物的新陈代谢,植

物体内的维生素、生物碱等都含有氮素。氮素不仅是植物的组成部分,而且还参与植物的多种生化过程,氮与植物生命活动有着密切的相关性。没有氮素就不能形成各种各样的植物。

二、不同作物中氮的含量

尽管土壤中氮有无机氮、有机氮和生物态氮三种,但作物只能直接吸收铵态氮和硝态氮等无机的氮。植物吸收的铵态氮可以直接参与蛋白质的合成,硝态氮进入作物体内,必须在酶的作用下,经过还原作用形成氨后才能参与蛋白质的合成。硝态氮可以在植物体内随细胞液进行移动,铵态氮则不能在植物体内移动和储存;铵态氮与酮酸结合形成氨基酸或酰胺才能在植株体内储存,合成氨基酸、酰胺态的氮可以直接被作物叶面吸收利用。

表 1-1 不同作物的含氮量(经济产量) 单位:kg/100kg

作物	收获物	氮吸收量	作物	收获量	氮吸收量
水稻	籽粒	1.7~2.5	甜菜	块根	0.5
小麦	籽粒	3.0	甘蔗	茎	0.15~0.2
大麦	籽粒	2.7	烟草	鲜叶	4.1
荞麦	籽粒	3.3	苹果	果实	0.55~0.7
玉米	籽粒	2.9	大白菜	全株	0.15
高粱	籽粒	2.6	番茄	果实	0.36
甘薯	鲜块根	0.35	西瓜	果实	0.18
马铃薯	鲜块根	0.55	核桃	果实	2.8
大豆	豆粒	6.6~7.2	甜瓜	果实	0.35
绿豆	豆粒	9.68	萝卜	肉质根	0.4~0.5
蚕豆	豆粒	6.44	柑橘	果实	0.18
豌豆	豆粒	3.09	棉花	皮棉	13.8
花生	荚果	7.0	油菜	菜籽	9.0~11.0

不同作物对氮的吸收量不同,对氮的形态要求也不同。例如:水稻喜欢铵态氮肥,黄瓜、番茄喜欢硝态氮肥。同一作物在不同的条件

下喜欢氮肥种类也不同,如块根作物在根内淀粉含量高或糖分多时以吸收铵态氮为主,在淀粉或糖含量低时以吸收硝态氮为主。作物对氮素的吸收还受到气候、灌溉以及其他养分元素的供应情况的影响,光照长期不足或连续阴雨天气会影响作物对氮素的吸收,磷、钾或其他中、微量元素严重供应不足时氮的吸收量也降低。

三、作物吸收氮的丰缺现象

作物对氮素的吸收是有定量的,如果氮素供应不足就会出现缺素症而影响生长,如果施用量过大也会给植株造成危害。

1. 部分作物的缺素症状 水稻:植株瘦小、分蘖少、叶片小,下部叶片首先发黄。

玉米:植株矮小、茎细、生长慢,叶片自下向上失绿发黄。

大麦、小麦:叶片短窄,茎部发黄,老叶尖干枯分蘖少,籽粒小而少。

叶菜类蔬菜缺氮表现在叶绿素含量低,外部叶片褪绿,老叶片退色,缺氮严重时全株呈黄色。绿色菜,叶片呈黄绿色,结球叶菜莴苣、大白菜、甘蓝等包心延迟或不包心,果菜类果实变小或畸形。

黄瓜缺氮,叶呈黄绿色,茎细而且干脆,黄瓜表面刺瘤增多,黄瓜条短小出现尖嘴瓜、细腰瓜等畸形。

番茄缺氮,叶片的主脉由黄绿色变为深紫色,植株抗病性减弱,易感染灰霉病和马铃薯疫病,茎秆变硬,成深紫色,果小而少。

洋葱缺氮,叶片小而且窄,叶色浅绿,叶尖呈牛皮色,逐渐全叶变成牛皮色。

苹果缺氮,叶片小,较老的叶片为橙色、红色或紫色。新生梢褐至红色,果实小且高度着色。

2. 氮素过剩的表现 氮素过剩或施肥过量,施肥方法不当同样会影响作物生长。氮肥施用量过多会造成硝酸根积累。蔬菜中硝酸盐含量过高,影响食用者的身体健康。过量施用氮肥还会导致蔬菜

水分吸收受阻,有的作物造成徒长。

小麦底肥氮素施的过多,会造成冬前旺长,植株细高,冬前分蘖过多,抗寒能力减弱,返青后氮肥施用量过多,植株过高,抗倒伏能力弱,延迟灌浆时间,成熟期晚。

蔬菜上过量施用氮肥,使土壤溶液和土壤胶体吸附的铵离子过高,蔬菜过量吸收铵离子造成铵盐中毒。

番茄铵盐中毒后在茎上形成褐色小斑;甜菜铵中毒后顶端出现黄叶;结球蔬菜(莴苣、大白菜、甘蓝)铵中毒后叶柄内侧出现变异的组织。

氮肥施用量过多还会造成氨气、亚硝酸气体的危害。

黄瓜受氨气危害形成不定形的褪色斑。开始象开水烫过,后来变成褐色;甜椒受亚硝酸气体危害,未成熟叶片出现畸形;茄子受亚硝酸气体危害产生白斑;一些根茎类的作物如萝卜、甘薯、马铃薯等受亚硝酸气体危害,地上部叶片旺盛,但地下部长不好,有的甚至发生病害。

第二节 主要氮肥的性质和施用

一、尿素

尿素是化学合成酰胺态氮肥,化学名称叫碳酰二胺,是目前国内外应用最多的化学氮肥。尿素的分子式为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 含氮量 42% ~ 46%,是白色小珠状。

(一) 尿素的性质

普通的尿素为白色针状或棱柱状结晶,无味、无嗅,在生产过程中多加入疏水物质而制成小珠状半透明颗粒。尿素颗粒分为实心和

空心两种,实心的粒径在 1mm 左右,空心的可达 2mm。近年来一些尿素厂生产的大颗粒尿素粒径在 2~4mm。生产厂家不同颗粒的强度不同。粉状尿素是尿素的未经过结晶而直接应用的肥料。尿素含水量比较小,一般小于 1%;尿素容易有缩二脲,缩二脲是一种对作物有害的物质;规模化生产尿素的厂家一般缩二脲含量较低,少于 2%,一些新建的合成氨在 4~6 万吨以下的厂家一般缩二脲含量控制的不好,有的甚至达到 5%~8%。尿素是一种中性肥料,长期施用对土壤没有破坏作用。尿素在常温下(气温 10~20℃)吸湿性弱,但当气温升高时(30℃)、相对湿度增大时或是与颗粒普通过磷酸钙和二铵接触时,吸湿性随之增加,很容易潮解。长期储存会造成尿素结块。由于尿素的潮解,给机械施肥带来很大困难。

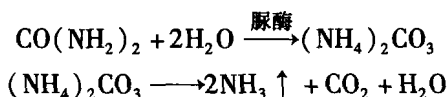
表 1-2 尿素质量标准(GB2440-91)

指标名称	工业用			农业用		
	优等品	一级品	合格品	优等品	一级品	二级品
外观	颗粒或结晶					
颜色	白色			白色或浅色		
总氮(N)含量(以干基计, % ≥)	46.3	46.3	46.3	46.3	46.3	46.0
缩二脲含量, % ≤	0.5	0.95	1.0	0.9	1.0	2.0
水分含量, % ≤	0.3	0.5	0.7	0.5	0.5	1.0
铁(Fe_2O_3)含量, % ≤	0.0005	0.0005	0.0001	—	—	—
硫酸盐含量(以 SO_4^{2-}) ≤	0.005	0.01	0.020	—	—	—
水不溶物含量, % ≤	0.005	0.01	0.04	—	—	—
粒度($\phi 0.8 \sim 2.8\text{mm}$), % ≥	90	90	90	90	90	90

(二) 尿素的施用方法

尿素的性质比较稳定,土壤中分子态尿素只有 20% 左右被土壤吸附,但吸附的不牢固,移动性较大,很容易随水流失。尿素不像硝态氮肥或铵态氮肥那样可以直接被作物吸收,而是需要在土壤微生物

物分泌的脲酶作用下才能分解成铵态氮被作物吸收,因此又被称为半速效性肥料,在追肥时应比其他氮肥提早几天。尿素可以作底肥、种肥、追肥和叶面肥。



1. 底肥 尿素作底肥可以在翻耕前撒施,也可以和有机肥掺混均匀后进行条施或沟施。北方在小麦上施用底肥一般为 15 ~ 20kg 与磷酸二铵共同施用。水田一般在灌水前 5 ~ 7 天撒施,然后翻耕入土后再灌溉,一般用 15 ~ 20kg。蔬菜上应用可以与有机肥同时下地,也可有机肥先施再做畦,起垄时将尿素施入土中。果树随秋季施肥采用穴施的方法,每棵成年树施用 3 ~ 4kg。尿素作底肥深施比表施的效果好,最好是在整地之前将尿素施在土中。

2. 种肥 尿素在棉花、玉米、小麦上应用可以作种肥,一般肥料箱和种子箱是分开的,作种肥要特别注意尿素中缩二脲的含量,缩二脲含量高的尿素不可以作种肥,而且在播种时要注意肥、种不要播在一个平面上。种、肥不要离的太近,一般肥在下层,施肥后覆上一层土,种子再入地,尿素作种肥应在土壤墒情好的情况下施用,如果土壤墒情不好,天气过于干旱,尿素最好不要作种肥。

3. 追肥 尿素适于追肥,如小麦返青、拔节、穗肥期都可以追施尿素,玉米在小喇叭口期追施尿素可以保证灌浆时所需要的氮素养分,使得玉米籽粒饱满。大白菜一般在团棵期要追施一次尿素,大白菜追施尿素的量在 75 ~ 100kg/亩。一些分次采摘的蔬菜一般每采摘一次(15 ~ 20 天)要追施一次尿素,每次每亩施尿素 7 ~ 15kg,有的是将尿素撒在垄沟内随灌溉水将其溶化、渗漏到土壤中供给作物需要,有的是先用水将尿素溶解,随灌溉水施入土壤中。水田追肥时一般先排水保持浅水层,每亩施尿素 10 ~ 15kg,施后 2 ~ 3 天内不灌水,防止尿素的淋溶损失。

4. 根外追肥 尿素是酰胺态氮肥,适合于叶面施肥,特别是果

树的根外追肥,尿素的根外追肥可以直接通过叶片的气孔将氮素供给植株的叶片和果实,增加叶面的绿色,增加果实的成熟度。试验表明施尿素 24 小时后叶片可吸收施肥量的三分之一。苹果树在初花期喷施尿素可使苹果的产量增加 10%。不同的作物根外追肥的浓度不同,粮食作物(小麦、玉米、水稻)、叶菜类的蔬菜一般追施的浓度为 1.5% ~ 2.0%,草莓、黄瓜、花卉等为 0.2% ~ 0.3%,一般果树根外施肥的浓度为 0.4% ~ 0.5%。尿素的根外追肥最好选在傍晚太阳落山以后或是清晨,使叶片湿润的时间在 30 分钟至 1 小时,叶片对养分的吸收更均匀、完全。

5. 尿素是生产复混肥的重要氮源 尿素遇热后表面易溶化和磷肥、钾肥的胶结作用很好,生产出来的复混肥颗粒表面光滑有光泽。尿素是生产复混肥的重要氮肥。但尿素的加入量不能超过 10%,尿素用量过多会潮解的很厉害,不但造不成粒而且还会全部吸湿溶化,使复混肥成为团球状。

二、硝酸铵

硝酸铵是属于含硝态氮又含铵态氮的氮肥,分子式为 $\text{NH}_4^+ \text{NO}_3^-$,含氮量 33% ~ 35%,它是在水田应用最好的氮肥,平时简称为硝铵。

(一) 硝酸铵的性质

硝铵有白色粉状结晶和白色或浅黄色颗粒两种,易溶于水,是一种速效氮肥。其中铵离子(NH_4^+)和硝酸根离子(NO_3^-)各占一半,属于化学酸性、生理中性肥料。粉状硝铵吸湿性很强,易结块,在温度较高、湿度较大的情况下则会吸水过多溶化成液体,应储藏在阴凉干燥处,颗粒状硝铵由于表面附着疏水物质为防潮剂,吸湿性较小不易结块。

表 1-3 工业及农用硝酸铵质量标准 GB2945-89

指 标 名 称	工 艺			农 业	
	结晶块	颗粒状	一类	二类	
	一级	二级			
硝酸含量, % $\geq$	99.5	99.5	99.5	—	—
总氮含量(以干基计), % $\geq$	—	—	—	34.6	34.4
水分含量, % $\leq$	0.4	0.7	1.2	1.0	1.7
酸度(以硝酸计), % $\leq$	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
水不溶物含量, % $\leq$	0.05	0.05	0.05	—	—
填料含量(以硝酸钙计), % $\leq$	—	—	—	—	0.4212

(二) 硝酸铵的施用方法

硝酸铵最适于在北方旱地作追肥和种肥用;硝酸铵作种肥时要控制用量,避免与种子接触,用作种肥小麦施用量不宜超过 33kg/亩,而且要随播随拌。追肥量也不宜过多,水培蔬菜硝酸铵效果最好。硝酸铵追肥肥效来的快,追肥应立刻覆土,减少由于氨的挥发而造成肥料的损失。水浇地追施硝酸铵不要施用太多,也不能大水漫灌,以免硝态氮损失;喷灌小麦追施硝酸铵应在喷灌前追施。稻田一般不用硝酸铵作底肥,长期淹水会使硝酸铵的铵挥发损失,硝酸根淋溶渗漏损失。水稻追硝酸铵应在浅水追施,还可以作穗肥追施。

(三) 注意事项

1. 硝酸铵具有助燃性和爆炸性,不能与易燃物、雷管、炸药等存放在一起,平时所说炸药的一硝二磺三木炭的一硝就是硝酸铵或硝酸钾。硝酸铵和金属混在一起经磨擦撞击也可能发生爆炸,硝酸铵结块时不能用铁锤而应该用木棍打碎。

2. 硝酸铵不能和新鲜的有机肥混合堆放或混施,否则会发生氮的反硝化,造成氮的损失。

3. 硝酸铵易溶于水和吸潮,应放置在阴凉干燥的地方,避免暴晒和雨淋。

第三节 缓释氮肥和硝化抑制剂

一、缓释肥料

缓释氮肥又称长效氮肥或控制释放氮肥,指通过改变氮肥的化学成分或表面包涂半透水性或不透水性物质,而使其中有效养分慢慢释放,保持较长的肥效。缓释氮肥的最重要特性是可以控制其释放速度,在施入土壤以后逐渐分解,逐渐为作物吸收利用,使肥料中养分能满足作物整个生长期中各个生长阶段的不同需要,一次施用后,肥效可维持数月至一年以上。

长时间田间试验与研究结果表明,在通常情况下,氮肥施入土壤以后,仅有 30% ~ 50% 能被作物吸收利用,而其余部分则白白损失掉了。造成氮肥损失,乃是由于氨的挥发、淋失、硝化与反硝化作用所致。研制和施用缓释氮肥,就是为了降低氮肥的溶解速度,使氮肥在缓溶解过程中陆续为作物提供氮素,防止大量施用因局部浓度过高而伤害作物种子、幼苗或灼伤叶子等不良后果,以达到提高氮肥利用率的目的。

目前施用的氮肥品种多系速溶性,而理想的氮肥是其养分释放率大体上符合于整个作物生长期的要求。早在 1907 年就已有人提出使氮肥长效化的方法。近二十多年来,氮肥长效化有了新的发展,研究出许多缓效氮肥新品种,主要有脲甲醛、亚异丁基脲、亚丁烯二脲、草酰脲、硫包尿素等。

缓释氮肥按其农业的化学性质可分为四种类型:合成有机氮肥、包膜肥料、缓溶性无机肥料、天然有机质为基体的各种氨化肥料。其