

长效尿素及其施用技术

HANGXIAONIAOSU
IQISHIYONGJISHU

辽宁科学技术出版社

长效尿素及其施用技术

中国科学院林业土壤研究所科技开发处

辽 宁 省 盘 锦 化 肥 厂 编

辽 宁 省 农 牧 业 厅 土 肥 处

辽宁科学技术出版社

一九八七年·沈阳

长效尿素及其施用技术

Changxiao' Niaosu Jiqi Shiyong Jishu

中国科学院林业土壤研究所科技开发处

辽宁省盘锦化肥厂编

辽宁省农牧业厅土肥处

辽宁科学技术出版社出版、发行

(沈阳市南京街6段1里2号)

沈阳新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 1 字数: 20,000

1987年2月第1版

1987年2月第1次印刷

责任编辑: 李贵玉 封面设计: 张志勇

印数: 1—20,000

统一书号: 16288·139 定价: 0.25 元

前 言

尿素肥料是在当前国内外农业生产中被广泛应用的固体氮肥，产量和施用量都在增加。尽管尿素肥料有很多优点，如含氮量高，使用方便，对土壤和作物很少危害。但尿素氮在土壤中的挥发淋溶损失较大，利用率仅有50%左右。近年来，国内外学者都试图通过多种途径来提高尿素肥效，如制成硫衣尿素、塑料包被尿素、大颗粒尿素、尿素衍生物和施用硝化抑制剂等，但其效果并不十分显著。

中国科学院林业土壤研究所的科研人员对此进行了多年的研究试验，结果发现：土壤中普遍存在一种酶类——脲酶。施用于土壤的尿素肥料，作物一般不能直接吸收，必须在土壤脲酶作用下分解成氨，作物才能吸收利用。在一般条件下，土壤脲酶会使尿素肥料很快分解，因作物一时来不及吸收利用而损失。一般尿素肥料的田间肥效期仅有45—60天。进一步地研究还发现：对脲酶活性具有抑制作用的物质——脲酶抑制剂，可延缓尿素肥料的分解进程，增长其肥效期，提高其利用率。

中国科学院林业土壤研究所的科研人员，在此基础上又经过三年多的研究试验，在国内外首次研制成功添加脲酶抑制剂的长效尿素肥料。最近，这项研究成果已经通过辽宁省科学技术委员会委托中国科学院沈阳分院组织的鉴定。现已

在辽宁省盘锦化肥厂投入批量生产。

应用这种长效尿素肥料，1984—1986年在辽宁省23个市县进行了300多小区和12000亩农田的试验，结果表明：能使作物增产6—20%，节省尿素肥料15—20%，省去肥料用工，并对环境没有污染。在作物生长季节里，用普通尿素要施3—4次肥，使用这种长效尿素，只在耕种时深施基肥一次即可。

编写这本小册子的主要目的是向大家介绍长效尿素肥料的由来、性质、特点及其延长肥效提高利用率的机理和在施用技术方面与普通尿素的异同。本书可代替长效尿素新产品使用说明书和技术培训教材。

本书主要供农业技术人员、农村基层干部和具有初中文化程度的农民学习与应用。

本书由中国科学院林业土壤研究所曹承绵、张志明同志编写。由于长效尿素刚刚问世，各地经验未能及时总结，再因作者水平和材料所限，错误在所难免，欢迎批评指正。

作 者

一九八六年十月

目 录

一、尿素与长效尿素	1
(一) 尿素的由来	1
(二) 尿素的理化性质	1
(三) 尿素肥料特性	2
(四) 提高尿素利用率的途径	3
(五) 脲酶及脲酶抑制剂	3
(六) 长效尿素肥料的性质、特点和种类	5
二、长效尿素的施用方法	8
(一) 长效尿素与其它肥料配合施用	8
(二) 长效尿素的施用时间与深度	9
(三) 不同作物施用长效尿素的技术	10
1. 玉米施用长效尿素的技术	10
2. 水稻和陆稻施用长效尿素的技术	12
3. 高粱、谷子施用长效尿素的技术	14
4. 大豆施用长效尿素的技术	15
5. 经济作物施用长效尿素的技术	16
6. 蔬菜施用长效尿素的技术	16
7. 长效尿素在果树和林业上的应用	17
8. 长效尿素在花卉栽培中的应用	18
(四) 长效尿素在免中耕中的应用	18

(五) 长效尿素在稻田养鱼中的应用	19
-------------------------	----

附录

(一) 长效尿素肥料的质量标准及保管注意事项	20
(二) 长效尿素肥料中含氮量的测定方法	21
(三) 长效尿素中缩二脲含量的测定方法	23

一、尿素及长效尿素

(一) 尿素的由来

一般氮素化肥如硫酸铵、硝酸铵、氯化铵、碳酸氢铵、氨水等，都是以化合物的成分来定名的。如果尿素以化学成分定名，应该叫酰基二胺或氨基酰胺。它之所以称为尿素，是因为首次从人尿中提取出来的，尿素是作为人类和哺乳类动物消化蛋白质的最终产物而存在于尿中的含氮有机化合物。成人每天排出的尿中含尿素高达30克左右。但今天使用的尿素并非来源于尿，而是用氨和二氧化碳经高温高压合成而得，分子式为 $\text{NH}_2\text{—CO—NH}_2$ 。因为它的化学成分和化学结构与当年从尿中提取的化合物相同，所以称为尿素。

1773年罗勒(Rouelle)发现尿素。1828年武勒(Wöhler)首次由无机物合成了尿素，尿素的合成在化学发展史上有着极其重要的意义。目前尿素已成为重要的化学工业产品，除了用作肥料外，还可作为饲料，以及作为塑料、树脂等的化工原料。

(二) 尿素的理化性质

尿素是白色、无臭、无味的针状或棱柱状结晶形有机化

合物，放在舌上有凉爽感。用做肥料的尿素，为了减少吸湿结块，增加散落程度，便于施肥操作，特地制成米粒大小的球形，称为粒状尿素。

尿素的比重较小，粒状尿素的比重为1.4，尿素的熔点为132—133℃，溶于水及酒精，呈中性反应，但严格地说，尿素因含有两个氨基，呈极弱的碱性。尿素易溶于水，在水中的溶解度，随温度上升而增加，0℃时，每百毫升水中能溶解67克尿素，10℃时为84克，20℃时为105克，30℃时为136克。

尿素能吸收空气中的水蒸气而潮解叫做尿素的吸湿性。在常温下，尿素的吸湿性不大，当温度高于20℃，相对湿度大于80%时，吸湿性也随之加强。目前生产的尿素肥料多加入石蜡等疏水物质，使其吸湿性大大降低。

纯品尿素含氮量为46.65%，作为商品肥料的尿素含氮量一般为46%。

（三）尿素肥料的特性

尿素是目前固体肥料中含氮量最高的化肥，尿素的含氮量是硝酸铵的1.4倍，是硫酸铵的2.2倍，是碳酸氢铵的2.7倍。所以按有效成分（即含氮量）确定施肥量时，尿素用量要比其他氮肥少得多。由于尿素含氮量高、用量少，所以在运输、贮存、包装和施用上都比其他氮肥方便。

尿素肥料的另一个优点就是不含有影响植物生长和土壤性质的有害成分。我们知道硫酸铵或氯化铵中的铵被作物吸收以后，硫酸根或氯根就残留在土壤中，常此下去，会使土壤板结，理化性质变坏。长期施用尿素不会产生上述的不良影响。

尽管尿素肥料有很多优点，但也有其不足之处，如尿素氮的挥发、淋溶损失较大；肥效期短；氮素利用率不高；以及尿素水解所形成的高氨、强碱和尿素本身所含的缩二脲对种子发芽和幼苗的毒害等等。

(四) 提高尿素利用率的途径

尿素肥料施入土壤后，首先经氨化作用生成氨，再经硝化作用，反硝化作用和氮化作用，生成硝态氮、亚硝态氮和氮气。在此转化过程中，除了一部分氮素为作物吸收利用或吸附在土壤胶体表面外，有相当一部分挥发、淋失了，尤其是在高温多雨季节里，损失量更大，一般尿素肥料的利用率不到50%，田间肥效期只有45—60天。

针对上述问题，国内外学者都在试图通过多种途径来提高尿素肥料的利有率，延长其肥效期。这些途径主要有两个方面。首先是从耕作措施和施肥技术上解决，如与其他肥料配合使用，深施肥，适时追肥，或施用硝化抑制剂等等；另一方面是从尿素肥料本身着手，如在尿素颗粒表面被复一层缓溶性膜，制成硫衣尿素，塑料包被尿素和大颗粒尿素，或将尿素制成缓溶性的尿素衍生物，如甲醛尿素等等。上述措施均取得一定作用，但其效果并不十分显著。

(五) 脲酶及脲酶抑制剂

酶是由生物体产生的，具有高度催化作用的蛋白质，是生物催化剂。它能在接近常温、常压和中等酸碱度的一般条件下，大大加速生物化学反应的速度，并且具有突出的专一

性。

土壤酶是存在于土壤中各酶类的总称。土壤中的一切生物化学过程都是在土壤酶的作用下进行的。现在已经被测定的土壤酶大约有五十多种，它们来源于土壤动物、植物和微生物的细胞分泌物及其残体的分解物。

脲酶是土壤中的重要酶类，它是一种酰胺酶类，其作用极为专性，只能水解尿素，水解产物为氨和碳酸。

施入土壤的尿素肥料，一般作物不能直接吸收利用，必须经土壤脲酶的作用，分解成铵，作物才能吸收利用。而一般农田土壤中脲酶活性较强，肥沃土壤和腐殖质含量较高的土壤中脲酶活性更高。这时，土壤脲酶会使施入土壤的尿素肥料很快水解成氨，在一般农田尿素肥料施用量下，土壤水分适宜，土壤温度为 10°C 时，施入土壤的尿素7—10天全部氨化； 20°C 时，为4—5天全部氨化； 30°C 时，只需2—3天就全部转化成氨。这些氨可在其他酶类的作用下，通过硝化作用、反硝化作用和氨化作用继续转化。上述这些转化产物：氨、硝态氮、亚硝态氮和氮气，除了被作物吸收利用和被土壤胶体吸附之外，可通过大气挥发、地表径流和淋溶流失等途径损失。

尿素施入土壤后，在土壤脲酶作用下分解成氨，即所谓尿素的氨化作用，是尿素肥料在土壤中分解转化的第一步，也是提高尿素肥料利用率的关键所在。

脲酶抑制剂是对脲酶活性具有抑制作用的一类物质的总称。脲酶抑制剂的种类很多，目前被发现的已有近百种，其中无机物主要为汞盐和其他重金属盐类化合物，有机物主要为多元酚和醌类化合物。

(六) 长效尿素肥料的性质、特点和种类

所谓长效尿素肥料即为肥效期长、利用率高的尿素肥料新品种。从广义上讲，长效尿素肥料的种类很多，这里重点介绍的是一种刚刚问世的添加脲酶抑制剂的长效尿素肥料。它是通过普通尿素生产流程中添加一定比例的脲酶抑制剂而制成。

目前生产上选用的脲酶抑制剂具有抑制效率高、成本较低、来源广泛、不污染环境和进入食物链等优点。并且这种脲酶抑制剂的理化性质对添加到尿素生产流程中极为有利，其比重、熔点、溶解度都与尿素相近，对尿素生产设备、管路没有腐蚀性，也不与尿素在生产过程中产生不良化学反应。

添加脲酶抑制剂的长效尿素施入土壤后，可通过本身所含有的脲酶抑制剂，适当地抑制土壤脲酶活性，延缓尿素的分解速度。春耕时将这种长效尿素一次深施土壤后，起初土壤温度较低，土壤脲酶活性较弱，并有脲酶抑制剂的抑制作用，尿素分解速度较慢，生成氨量也较少，此时的种子发芽和幼苗生长需肥量也少。随着时间的推移，土壤温度增高，土壤脲酶活性也随之增强，脲酶抑制剂的抑制作用也有所减弱，尿素的分解加快，生成的氨量增加，与此同时，作物也进入了生长旺季，需肥量增加。这样在脲酶抑制剂的作用下，长效尿素的供氮过程与作物的需氮规律基本趋于同步，延长了尿素的肥效期，减少了尿素氮的损失，提高了尿素的利用率。

应用这种长效尿素，1984年和1985年在辽宁省的沈阳、辽阳、喀左、铁岭、昌图、岫岩、锦西等十五个市县，进行

了180个小区和一万余亩农田试验，结果表明，它对玉米、高粱、稻谷、棉花、蔬菜和水果的生长都大有好处，能使作物和水果增产6—20%，提高尿素氮的利用率6—16%，节省尿素肥料15—20%，对土壤、作物、果实不产生污染，并可省去追肥操作用工，深受农民欢迎。每年在作物生长季节里，用一般尿素，除了春耕时施基肥和种肥外，还要追肥1—2次，水田要3—4次，有了长效尿素，只在春耕时深施一次基肥就行了。

长效尿素可与免耕相结合，并使陆稻和水田养鱼的丰收有了可靠的保证。1985年在沈阳市新城子区应用长效尿素进行350亩免中耕试验，效果良好，土层暄和，无杂草，长势整齐，增产幅度在10.3%以上。在辽北有大面积低洼地区，正在发展陆稻种植，陆稻的特点是直播，生育期较长，生长中后期需肥量较大，而又植株密集，追肥操作困难。结合使用长效尿素，春耕时一次基肥深施，生育期不用再追肥，后期不脱肥，可确保稳产高产。水田养鱼是一项粮鱼双收，良性循环的生态农业典型，但水田追肥次数多，追肥近期对鱼苗生长有影响，甚至要在追肥前将鱼苗放出，过几天再放回水田，这样不仅影响了鱼的生长和产量，同时又增加了用工和设备；如减少追肥用量和次数，又会影响水稻的生长和产量。应用长效尿素，插秧前一次深施，中间不用追肥，可较好地解决水田养鱼中的稻、鱼间的矛盾，使稻鱼双丰收。

长效尿素因其分解较慢，肥效期延长，氮素利用率提高，所以可节省尿素的施用量。尤其当尿素施用量大时（每亩施用25公斤以上），节省尿素用量更为明显，试验结果表明，一般可节省尿素肥料施用量15—20%。

长效尿素即为含有一定量脲酶抑制剂的尿素新品种。长

效尿素的型号可以根据脲酶抑制剂含量的多少来划分，一般长效尿素中脲酶抑制剂的含量为0.1—0.8%（以重量百分比计算），脲酶抑制剂含量越多，土壤脲酶活性受到的抑制剂越大，尿素在土壤中分解的速度越慢，肥效期越长，损失越少，利用率越高。反之亦是。但不同土壤中脲酶活性很不相同，不同作物的需肥规律也大不一样，不同地区的气候条件也相距很远，另外在施肥方式上也有不同要求。所以长效尿素中脲酶抑制剂的含量要有几个不同的等级，以适应不同土壤、不同作物、不同地区、不同施肥方式的要求。

一般来说，脲酶活性高的土壤；生育期长或中后期需肥量大的作物；水、热条件好的地区；基肥深施的施肥方式，要选用脲酶抑制剂含量较高的长效尿素型号；反之要选用脲酶抑制剂含量较低的长效尿素型号。

总之，长效尿素具有增产、节肥、省工的特点，有着明显的经济效益和社会效益。以每亩平均增产11%计算，平均节省尿素肥料7.5公斤；省去追肥用工两个，扣除应用长效尿素所增加的费用每亩1—2元，可增加纯收入为20元左右。另外，长效尿素还有节省尿素肥料和追肥用工，并具有减少能源消耗、缓解运输紧张和发展多种经营等社会效益。

二、长效尿素的施用方法

由于长效尿素具有肥劲长、节肥等特点。所以施用时与一般尿素施用方法有所不同。一般尿素肥料施入土壤后，经脲酶水解成氨供作物吸收利用，供肥的最长时间也不过60天，所以多作追肥施用。而长效尿素在土壤中的供肥时间可延长到100—130天。因此对一般作物应作基肥使用。一般尿素肥料，由于分解快，作物对氮素利用率仅有45—50%；而改施长效尿素肥料，作物对氮素的利用率可以提高到60—75%。因此使用长效尿素用量要减少，由原来每亩30公斤左右可降至20公斤左右。

（一）长效尿素与其它肥料配合施用

玉米、高粱、水稻、谷子等大田作物是一些需氮量较多的作物，在苗期，由于分生组织的幼嫩细胞的原生质主要由蛋白质组成，施氮多可促进细胞分裂，使营养生长阶段发育良好；作物在子粒形成和成熟期需氮素量更大，所以氮肥的供给量直接影响作物的产量和品质。然而磷、钾肥和其它微肥的供给量也是作物丰产的重要因素，一般氮、磷、钾的配合比例为1:0.5:0.3。钾肥目前尚少推广应用，而微肥使用的范围也不甚普及，如果在播种前，将长效尿素与磷、钾肥

混施入，不仅可节省用工，还能达到满意的增产效果。微肥可在合成长效尿素时一同合入，使用较为方便。

(二) 长效尿素的施用时间与深度

化肥的施用时间是由作物的生长需肥期和化肥有效期来决定的。一般在我国南方，由于气温高，尿素转化得快，水稻、玉米等作物在生长期要追肥2—3次，北方也要追肥1—2次，才可满足作物的需要。而使用长效尿素，由于土壤脲酶活性受到抑制，尿素肥料分解成铵态氮的速度大大减缓，所以做追肥施入往往由于作物生长期内分解不完，作物不能全部利用而造成浪费，因而一般长效尿素多以基肥施入为宜。在南方可在播种前一次施入；在北方除春天播种前施用外，还可结合秋翻地或秋起垄将长效尿素施入田里。长效尿素施入土壤后，由于地很快封冻，土壤温度很低脲酶活性停止，长效尿素不被分解，不会造成损失。第二年土壤解冻播种后，作物开始生长，尿素也开始分解释放出氨，供作物吸收利用。几年的实践证明，在北方一些比较干旱地区，选用秋季封冻前施肥，对于春季抢墒播种和保苗较为有利。一般在土壤墒情较好或水田区，以春播前施肥为佳，各别生长期长而又不便于施基肥的作物，可在定苗期一次深施肥，作物生长后期不再追肥，也有较好效果。一般不提倡后期追肥，因为后期追肥肥效发挥不完，又会出现前期供肥不足，后期供肥过量，而造成作物贪青晚熟，如遇早霜可能造成减产。但对于一些产糖作物或用于青贮的作物则可例外。

施肥方法和施肥深度，一般尿素的常规施肥法是距植株

根部3厘米左右处挖穴进行追肥，然后覆土，穴深一般为3—5厘米左右。而长效尿素的施肥方法多以基肥的形式施入，其施入的深度一般为12—15厘米。实践证明，这个深度既可减少或防止烧苗，又可减少肥料的自然损失。试验表明，耕作土壤5厘米以上的表土层往往是脲酶活性最强的部位，它比15厘米以下土层中的脲酶活性高3—5倍，所以深施肥本身就能减缓尿素的分解速度，提高肥效。尿素在土壤脲酶的作用下分解成氨，氨在土壤中以离子状态被土壤颗粒所吸附，土层越厚对氨离子吸附量越大，所以除了淋溶性较强的砂质土壤外，深施肥一般都有较好的丰产效果。特别是在偏碱性土壤中，深施效果更好。深施肥还可以避免由于地面径流、水土流失和风蚀等作用所造成的肥料损失。此外，我国北方一般春季多风，降水量往往较小，表层土壤常常处于缺水状态，施在地表附近的尿素不易被植物吸收和利用，影响肥效。综上所述，尿素肥料深施是提高尿素利用率的重要途径。当然也不能施得太深，施得太深，脲酶活性低，尿素分解缓慢，也不易被作物根系吸收利用，在苗期容易出现供肥不足的现象。同时农机具耕得太深也有困难。

（三）不同作物施用长效尿素的技术

长效尿素的施用方法要因不同作物而异，同时要与不同耕作制度、不同土壤条件结合起来进行，尽可能减少作业次数，节省农机费用。在使用方法上各地科研工作者都有较多的创举。现介绍如下：

1. 玉米施用长效尿素的技术

玉米是我国主要栽培作物之一，在东北、西北和西南分