

17.735
5627

309890



“702”及其在水稻上的应用

中国科学院上海生物化学研究所核酸应用组
浙江省农业科学院作物育种栽培研究所激素组

編



“702” 及其在水稻上的应用

中国科学院上海生物化学研究所核酸应用组 编
浙江省农业科学院作物育种栽培研究所激素组

上海人民出版社

“702”

及其在水稻上的应用

中国科学院上海生物化学研究所核酸应用组 编
浙江省农业科学院作物育种栽培研究所激素组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 1.5 字数 29,000

1973年2月第1版 1973年2月第1次印刷

印数 1—55,000

统一书号: 16171·83 定价: 0.11元

毛主席语录

社会主义不仅从旧社会解放了劳动者和生产资料，也解放了旧社会所无法利用的广大的自然界。人民群众有无限的创造力。他们可以组织起来，向一切可以发挥自己力量的地方和部门进军，向生产的深度和广度进军，替自己创造日益增多的福利事业。

前 言

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，广大工农兵群众和科学技术人员，在三大革命运动中，努力学习马列主义和毛主席著作，以实践第一的观点，发扬敢想敢干的革命精神，广泛开展了“702”（在浙江称为“701”）的科学实验活动，取得了可喜的成果。实践证明：核酸的水解产物“702”，对于很多农作物的生长有促进作用。如果使用得当，能够取得一定的增产效果，并具有来源广、生产和使用方便、价格低廉、效果稳定、无不良副作用等特点。

广大群众通过两年多的实践，对“702”的使用规律有了一定认识，使用面积也在逐步扩大。据不完全统计，1971年上海市使用面积约10余万亩，浙江省40余万亩，江苏省昆山、县20余万亩，广东省约300余万亩。实践证明，在全面贯彻农业“八字宪法”的基础上，“702”对于三麦（元麦、小麦、大麦）、油菜和玉米都有一定的增产效果，增产幅度在10%左右。水稻在苗期使用，根系发达，早发增蘖，增穗增产，增产幅度一般在5~10%。

为了促进“702”科学实验的进一步开展，便于广大革命群众了解“702”的性质并掌握它的生产、使用方法，我们根据各地的经验并结合自己的初步实践，编写了这份资料，供各地参考。在试验和编写过程中，得到广东、江苏、浙江、上海等地兄弟单位的大力支援，提供了很多有价值的资料，特表示感谢。

毛主席教导我们：“一个正确的认识，往往需要经过由物

质到精神,由精神到物质,即由实践到认识,由认识到实践这样多次的反复,才能够完成。”“702”在农业上的使用是一个新生事物,实践时间还只有两年多,全面掌握其规律还有待于进一步实践。书中的一些看法有不当之处,请读者批评指正。

目 录

一、“702” 是核酸的水解产物·····	1
二、“702” 的生产方法·····	4
三、“702” 有效成份的初步研究·····	10
四、“702” 在水稻生产中的应用·····	16
五、结语·····	21
附：“702” 含量测定法·····	23

一、“702”是核酸的水解产物

(一)核酸及其生物功能

“702”是核酸的水解产物。核酸和生命活动的关系非常密切。恩格斯在《反杜林论》中指出：“生命是蛋白体的存在方式”，蛋白体就是蛋白质和核酸的复合体。自然界中，人、动物、植物以及微生物无不含有蛋白质和核酸，即使是比细菌还要小的病毒，也同样含有蛋白质和核酸。

那末核酸是一种什么物质呢？它是在生物体的细胞内合成的一种大分子化合物。它的化学组成中含有糖、碱基和磷酸，因为核酸最初是从细胞核分离出来的，并且具有酸性，所以称为“核酸”。在生物体内，核酸对遗传、变异、生长、繁殖等生理功能起着决定性的作用。

从化学结构及生理功能来看，核酸分为两类，其中一类称为脱氧核糖核酸，另一类称为核糖核酸。

脱氧核糖核酸主要存在于细胞核中，是染色体的主要成份，它的功能是控制生物的遗传、生长、变异等。在自然界中，种瓜得瓜，种豆得豆这些常见现象，都是脱氧核糖核酸和蛋白质的复合体起的作用。核糖核酸与之不同，主要存在于细胞质中，它的功能与生物体内蛋白质的合成有关。

在一般情况下，细胞中同时含有脱氧核糖核酸和核糖核酸，但在不同的组织中，二者的比例有所不同。譬如小牛胸腺和鱼精子中含有丰富的脱氧核糖核酸，而酵母细胞中主要含有核糖核酸。

(二)核酸的化学组成

核酸,这个生物体合成的大分子化合物,是由小分子的单体即核苷酸组成的,如图1。图2表示四种单体(即四种核苷酸)。核酸中的磷酸(P)一端联结在前一个核苷酸的3'-位,另一端联结在后一个核苷酸的5'-位上。3'-和5'-是核糖的不同位置的碳原子编号。很多核苷酸相互之间,通过磷酸,象手拉手那样连结在一起,形成磷酸二酯键,成了一个很长的链条,这就是大分子的核酸。如果把核酸看成是一幢房屋,那末核苷酸就相当于砖块。

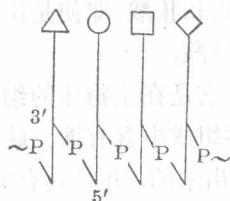


图1 核 酸

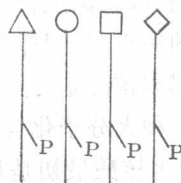


图2 四种核苷酸

(三)核苷酸的种类和组成

现在让我们进一步来看看构成核酸的单体即核苷酸又是由哪些物质所构成的。图3表示一个核苷酸,它是由碱基(Δ),核糖(I)和磷酸(P)三种成份组成的。

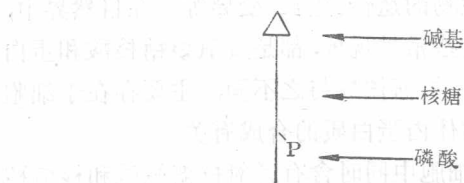
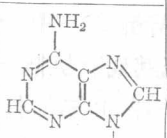
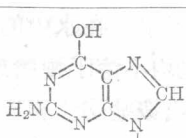
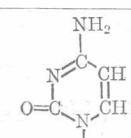
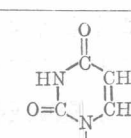
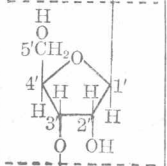
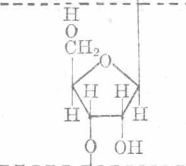
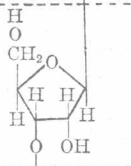
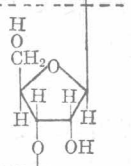
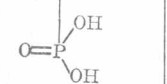
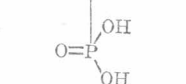
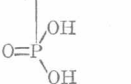
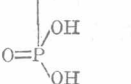


图3 核苷酸的组成

组成核糖核酸的单体,主要有四种核苷酸,其名称和化学结构式如表1所示。从表1中的四种核苷酸的化学构成可以

看到,在它们之间,核糖和磷酸部分完全相同,只是碱基部分不同。四种核苷酸可分为两类,腺嘌呤核苷酸和鸟嘌呤核苷

表 1 四种主要核苷酸的化学结构

名称	腺嘌呤核苷酸	鸟嘌呤核苷酸	胞嘧啶核苷酸	尿嘧啶核苷酸
碱基				
核糖				
磷酸				

酸属于嘌呤类,而尿嘧啶核苷酸和胞嘧啶核苷酸属于嘧啶类。如果核苷酸去掉磷酸,即余下由碱基和核糖组成的部分,称为核苷。核糖核酸分子中除了上述四种核苷酸之外,还含有少量其他种类的核苷酸,因为它们含量微小,所以称为稀有碱基核苷酸,其化学结构也仅在碱基上有所差异。

至于脱氧核糖核酸,它比核糖核酸的分子大得多。脱氧核糖核酸也是由单体(即脱氧核糖核苷酸)组成的,其连结方式和核糖核酸相同。在化学组成上由脱氧核糖(在核糖上脱掉与2'-碳相连的氧原子)代替了核糖核酸中的核糖。单体主要有四种脱氧核糖核苷酸,其中碱基组成有三种和核糖核酸

单体的相同，不同的是脱氧核糖核酸中胸腺嘧啶核苷酸代替了核糖核酸中的尿嘧啶核苷酸。另外也同样含有少量稀有碱基核苷酸。

(四)核酸及其组成成份的化学性质

纯品的核酸、核苷酸、核苷、碱基等都是无毒性的白色粉末或结晶。除 5'-鸟嘌呤核苷酸呈鲜味外，其他各种核苷酸均呈酸味。这些化合物都溶于水，在水中的溶解度鸟嘌呤核苷酸比其他三种核苷酸小，但均不溶于酒精或其他有机溶剂。

核酸或核苷酸的钠盐或铵盐均比相应的自由酸在水中的溶解度大，但核酸或核苷酸的钡盐、钙盐或其他重金属盐在水中的溶解度却很低。

核酸或核苷酸、核苷、碱基都具有吸收紫外光的特性，可以用紫外分光光度计测定它们的含量。另外，核酸或核苷酸中都含有一定量的磷，因此也可用定磷的方法测定核酸或核苷酸的含量。

二、“702”的生产方法

(一)不同生物组织的核酸含量

“702”是核酸的水解产物，所以当我们生产“702”时，首先应考虑原料中核酸的含量是否丰富，其次必须考虑来源多、生产方便、成本低廉等因素。下面先介绍一下不同生物组织中的核酸含量。

高等植物 禾谷类、豆类中的含量：大米 0.1%，小米 0.08%，小麦 0.11%，大豆 0.43%，豌豆 0.32%。从这些数据可见，米、麦中的核酸含量都比较低，大豆中的核酸含量虽

比米、麦稍高，也不过 0.43%，而且米、麦都是主要粮食，大豆是重要的油料来源，显然不适于作为核酸的生产原料。如果考虑综合利用，还是象很多豆制品生产单位那样，利用豆腐废水经过糖化培养白地霉，作为制造核酸的原料为好。但如将豆腐废水直接加明矾沉淀，或将青草、树叶等加碱煮沸，其中核苷酸含量都很低。

动物组织 个别脏器如小牛胸腺和鱼精子含有丰富的脱氧核糖核酸，但来源稀少，因此不宜作为生产“702”的原料。

微生物 细菌、酵母、白地霉等微生物的菌体中核酸含量比较多，并且生长繁殖较快，生产加工方便，是生产核酸的较好原料。

细菌中含有核糖核酸和脱氧核糖核酸，含量一般在 10% 左右。发酵法生产味精过程中副产物菌体，含有核酸，经过水解生产“702”，可进行综合利用。

酵母中一般核酸含量为 5% 左右，酵母菌体中主要是核糖核酸，脱氧核糖核酸含量仅为 0.3% 左右，因此酵母是生产核糖核酸的较好原料。除了啤酒生产中的副产物酵母可用来生产“702”之外，还可利用废糖蜜、造纸废水、石油脱蜡下脚等培养酵母抽提核酸，为核酸的生产开辟广阔的来源，并且提取核酸以后的菌体含有丰富的蛋白质（约为干重的 50%），仍可作为饲料。

酿造工业中的酒糟虽然含有一定量的酵母，但液体酒糟如直接加碱煮沸，产品中核苷酸含量只有万分之一左右，且烧碱消耗量太大。以用酒糟水培养白地霉生产核酸较好。江苏昆山酒厂和上海七宝酒厂的核酸车间就是利用酒糟水培养白地霉生产核酸的。

白地霉是酵母的一种，培养容易，特别是综合利用方便。

目前在上海地区，如上海溶剂厂利用发酵废液继续培养白地霉，豆制品厂利用豆腐废水，经过糖化培养白地霉。此外，粉丝厂、淀粉厂、印染厂废水和食堂的淘米水都可用于培养白地霉。白地霉菌体中的核酸含量一般为 8% 左右，由于白地霉的菌体比酵母大，生产过程中不需要酵母生产所需的高速连续离心机等设备，只要用 100 目左右筛孔的网过滤就可以方便地收集菌体，便于土法上马。如果把白地霉或酵母中的核酸抽提出来后再进行水解，手续较多且成本高。可以直接把白地霉或酵母用烧碱（氢氧化钠）煮沸水解，然后用盐酸中和至 pH 值接近中性后，喷雾浓缩，或以滚筒、浓缩锅干燥制成“702”粉剂，分析产品中核苷酸含量，使用时按量加水搅匀即可。制成粉剂便于农村使用，因此是今后“702”生产的主要途径。如广东江门甘蔗化工厂、上海华光啤酒厂的“702”产品，就是用此法生产的。

除白地霉外，其他微生物如果培养方便，核酸含量高，都可以作为生产“702”的原料。

（二）核酸的水解

酵母或白地霉菌体中含有的核酸，进一步把它水解就是“702”。现将水解的方法和原理说明如下：

碱水解法 核糖核酸在碱性条件下（pH 12 以上）极不稳定，很容易由大分子的核酸水解成为小分子的核苷酸。一般将核糖核酸放在 1~2% 的氢氧化钠溶液中煮沸 1 小时，或者于加碱后在室温下放置 1~2 天，经常搅动，水解就可以完成。如图 4 所示，核糖核酸在氢氧化钠的作用下，产物主要是四种 2'-，3'-核苷酸的混合物及少量稀有碱基核苷酸。（所谓 2'-或 3'-核苷酸，是指磷酸连接在核糖 2' 或 3' 碳原子的位置上。）

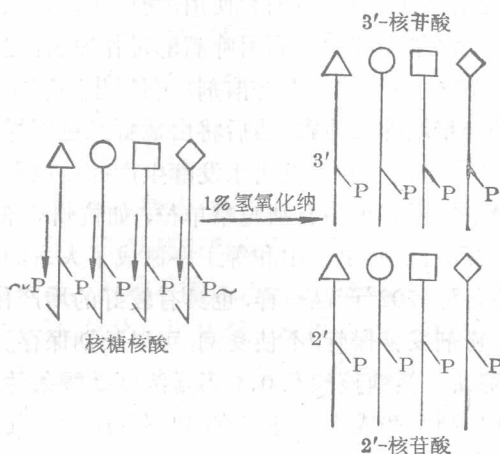


图 4 核糖核酸的氢氧化钠水解

脱氧核糖核酸在碱性条件下比较稳定，不能水解成核苷酸。

目前在农作物上使用的“702”，比较大量的是碱法水解产品。如广东江门甘化厂，利用废糖蜜培养饲料酵母，然后将酵母在 1~2% 的氢氧化钠条件下煮沸 1 小时，或在室温下经常搅拌放置 16 小时，使核酸水解成为核苷酸。加热 1 小时的方法生产周期短，水解之后再用盐酸中和使 pH 接近中性后进行浓缩，或以喷雾、滚筒干燥等方法制成“702”干粉。如在生产过程中于水解后不经中和即行浓缩制成干粉，则由于随着水解液的逐渐浓缩，氢氧化钠的浓度提高，不仅产品容易吸水受潮，而且在浓缩、干燥过程中由于碱浓度过高会引起某些核苷酸的脱胺或破坏，影响“702”的使用效果。碱解后经过中和的溶液最好制成“702”粉剂，因为水剂很容易腐败变质，粉

剂的优点是有益于贮藏、运输和使用,受广大社员欢迎。

另外,上海华光啤酒厂利用啤酒酵母作原料,也是用碱水解法生产“702”粉剂的。上海溶剂厂利用生产有机溶剂的发酵废液,进一步培养白地霉,然后将白地霉经过同样的碱水解法生产“702”粉剂。利用豆腐水发酵生产的白地霉也可以制成“702”粉剂。还有很多石油脱蜡单位,如杭州炼油厂,将石油脱蜡酵母经过碱水解、中和等工序制成了大量的“702”粉剂,和上述各种“702”产品一样,也具有较好的增产作用。

“702”粉剂妥善保管,不使受潮,可以长期保存。

酸水解法 核糖核酸在 0.4 当量浓度盐酸条件下,加热煮沸 1 小时,则水解成为多种产物,如图 5 所示。其中嘧啶类核苷酸为 2', 3'-尿嘧啶核苷酸和 2', 3'-胞嘧啶核苷酸,嘌呤类的两种核苷酸则在嘌呤碱基和核糖连结的糖苷键处断裂,生

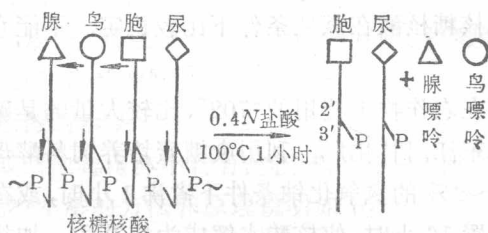


图 5 核糖核酸的盐酸水解

成腺嘌呤和鸟嘌呤,另外还产生无机磷酸和核糖等。

脱氧核糖核酸在上述条件下也能水解,主要生成无嘌呤酸,嘌呤糖苷键断裂生成游离的嘌呤碱基。

酸水解法生产的“702”在实际应用中表现了良好的增产效果。在酸水解法生产“702”粉剂的过程中,可直接以酵母或白地霉为原料在 1% 左右的盐酸中煮沸 1 小时,在这个过程

中要经常检查 pH 值,应始终保持 pH 1~2。因为酸水解法不同于碱水解法,白地霉或酵母等菌体中的蛋白质在酸水解条件下也有一部分水解消耗盐酸,因此如在水解过程中,发现 pH 值升高至 pH 2 以上时,表明反应中的盐酸量不够,应适当补加,以保证水解完全。

如上所述,碱水解法有两种方式,如果煮沸,只要 1 小时水解即可完全,不煮沸需要放置十多个小时。而酸水解法则必须加热煮沸,否则不能达到核酸水解的目的。水解完成之后,同样要用氢氧化钠中和至 pH 接近中性,再浓缩干燥制成“702”粉剂。如不中和即进行浓缩,则在浓缩过程中因盐酸逐渐加浓而引起“702”破坏,而且还会使设备受到腐蚀。

用酸水解法生产“702”的有杭州味精厂等单位,综合利用生产味精后的酸性菌体废液,加热煮沸制成“702”,也取得了一定的使用效果。

总之,“702”的大量生产其重点应着眼于工业上的综合利用,生产出运输、贮藏、使用方便的粉剂来支援农业。

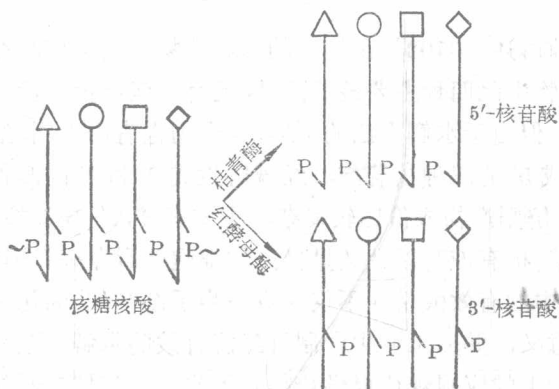


图 6 核糖核酸的酶水解

酶水解法 除了用氢氧化钠、盐酸能使核糖核酸水解外，用酶在温和的条件下，同样能使核糖核酸水解成为核苷酸，不过需要另外培养桔青霉或红酵母，在它们的培养液中含有能使核酸水解的酶。如图 6 所示，核糖核酸在桔青霉的核酸水解酶作用下，产生四种 5'-核苷酸，在红酵母的磷酸二酯酶作用下则产生四种 3'-核苷酸。

这里虽然介绍了核糖核酸的酶水解法，但这种方法不仅需要另外培养酶液，同时还必需先从酵母或白地霉菌体中把核酸抽提出来才能进行水解，因此工序较多，成本比酸法、碱法水解的为高。

脱氧核糖核酸只有用酶法水解才能产生四种核苷酸，因为脱氧核糖核酸对碱比较稳定，而以盐酸水解则使其中嘌呤部分的糖苷键断裂而生成游离碱基。

三、“702”有效成份的初步研究

如前所述，“702”是核酸的水解产物。核糖核酸经水解后，其产物中除四种主要核苷酸外，还有一些微量的稀有碱基核苷酸。但由于水解方法的不同，其产物也有所不同，经酶解生成 3' 或 5' 的四种核苷酸，经碱解生成 2' 和 3' 的四种核苷酸，经酸解则产物成份比较复杂，主要有 2', 3'-嘧啶核苷酸、嘌呤碱基、稀有碱基以及数量极微的细胞分裂素等。因此，研究“702”中的有效成份，不仅对进一步了解“702”的作用原理有重要意义，并为工业生产制订经济有效的水解工艺和掌握其在作物上的应用规律提供依据。为此，我们对“702”的有效成份进行了初步研究，试验分溶液培养和大田试验两部分。