

植物一氧化氮复合物 在水产禽畜养殖中的抗病促长作用

姜礼燾 邢红平 等 编著



海洋出版社

ISBN 978-7-3210-0120-1

引

言

植物一氧化氮复合物在水产 禽畜养殖中的抗病促长作用

姜礼燊 邢红平 等编著

海洋出版社

2018年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

植物一氧化氮复合物在水产禽畜养殖中的抗病促长作用/姜礼燊等编著. — 北京: 海洋出版社, 2018. 7

ISBN 978-7-5210-0150-1

I. ①植… II. ①姜… III. ①氧化氮-应用-水产养殖-研究②氧化氮-应用-畜禽-饲养管理-研究 IV. ①S96②S815

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 164567 号

责任编辑: 杨 明

责任印制: 赵麟苏

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编: 100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店发行所经销

2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 10.25

字数: 179 千字 定价: 45.00 元

发行部: 62132549 邮购部: 68038093 总编室: 62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

引言

早在 19 世纪末，内科医生发现小剂量的硝化甘油对治疗胸部不适的患者有效，但作为炸药的一种原料是如何对人类健康产生作用的呢？这得从当时一位才华横溢的瑞典化学家、发明家和实业家诺贝尔（Nobel）谈起。他拥有 300 多项专利，其中一项是用硝化甘油作为活性成分的炸药。他建立了几家工厂，生产和销售大量的炸药。他非常清楚，液态硝化甘油受热或加压会发生爆炸，致人性命。在他工厂上班的工人，有的时常头痛，有的心绞痛，但却可得到缓解。反复验证后认为，硝化甘油是挥发性物质，接触硝化甘油气体，对扩张血管有关。1896 年，他在辞世前设立了诺贝尔基金奖。

虽然用硝化甘油扩张心血管已有 100 多年历史，但其作用机制却不清楚。直到 1983 年，科学家和内科医生们对硝化甘油的探索有了新的突破。研究表明，硝化甘油进入血管后就会被转化为瞬间存在的一氧化氮（NO）气体。受一氧化氮刺激，使血管松弛和扩张，血流加快，心脏供氧增加，缓解胸痛和降低血压。这一杰出成果被授予 1998 年诺贝尔生理学 and 医学奖。以表彰他们发现和证明了“一氧化氮是心血管系统的信号分子”。通过进一步研究发现，NO 既是生物的重要的免疫分子、效应分子和信使分子，又广泛分布于人类机体中。诺贝尔委员会高度肯定了 NO “神奇分子”的多种功能。对研究疾病防治，新药研制，增进人类健康，创建幸福生活，都有重要意义。人们对 NO 进一步深入探索不断快速升温，20 世纪 70—80 年代申请项目时还很难得到资金，那时研究 NO 的论文每年仅有 40 来篇，此后大约以每周 1 篇文章的速度问世。2001 年开始，每年高达 7 500 多篇，近几年关于 NO 的论文数量还在飙升。一个涉及医药、生物及化学界对 NO 的研究和实践热潮，正在全球迅速掀起。

在探索 NO 对提高人类生命质量的同时，人们还将 NO 积极运用于畜、禽、鱼、虾、蟹、贝等生物机体中，以增强养殖对象免疫力、防病、治病，促进生长，提升养殖质量，增加养殖产量。人多地少，耕地资源短缺，是全球的普遍性问题，我国尤为严重。为保障粮食与食物安全，不断提高我国食品供给中的动物蛋白的比重，我们需要加快发展畜牧水产业。另一方面，我

国人均耕地虽然不足，但占国土面积 70% 的山地还可以从中找出一部分发展木本作物：草地可以建设人工草场，发展畜牧业；辽阔的浅海滩涂，广袤的江河湖库，还有可供稻鱼共生的水田，都有进行水产养殖的潜力。但是，随着养殖的迅速发展，密度的逐渐增加，环境的不断恶化，病害滋生在所难免。为了发展我国的畜牧水产养殖事业，不少养殖专家和兽医药专家，正在研究应用 NO，探索养殖病害防治，开展健康养殖。

在我国科技界研究 NO 对生物免疫抗病的性能已经历多年。本书作者姜礼燊先生在 20 世纪 80 年代初，筛选纯天然植物萃取 NO 前体物应用于水生动物养殖。多年来，他在江浙、两湖（湖南、湖北）、两广（广东、广西壮族自治区）、福建、四川、河南、东北等地进行实验，防病抗病促生长取得明显的效果。姜礼燊先生 1956 年毕业于上海水产学院（即当今的上海海洋大学），主攻水产养殖。他从事水产事业 60 余年来，紧密联系实际，刻苦钻研，理论基础扎实，生产经验丰富，热情为渔民和渔药厂家提供技术咨询服务。几十年的锤炼，使他在水产养殖、渔业环境保护、渔病防治技术、渔药研发等方面，是一位令人尊重的资深专家。鉴于他的杰出贡献，被授予国务院“政府特殊津贴”。

与此同时，作者还把 NO 进行鱼病防治的经验应用于禽病害防治。2011—2013 年，姜礼燊先生从纯天然植物中研究筛选出一种新型含 NO 复合饲料添加剂，经 3 年试用累计肉鸡 6 万余只。原有拉稀和厌食的鸡，使用后 2~3 天，几乎全部恢复正常，食欲增加，羽毛紧实显现光泽。实践证明，本剂对防治禽流感、猪流感也是有效的。

随着我国经济社会的发展，居民生活水平的提高，我们特别需要建设一个强大的健康的畜牧水产养殖产业，需要建设一个保障产业稳步发展的现代化技术支撑体系。当代科学技术的飞速发展，特别是对 NO 研究的深入，为畜牧水产养殖产业的升级和发展带来了新的机遇。作者关于 NO 的新作的出版，不仅为大家传播了新的科学技术，而且也是推动我国畜牧水产升级的正能量。

一氧化氮护航，畜牧水产升级。愿我国畜牧水产业更加健康发展。

吴万夫 教授

中国水产科学研究院

自序

一氧化氮 (NO) 原是一种汽车尾气,或是炸药 TNT 爆炸发出的硝烟味,但现今激起全球医药学、生物学界以及化学界对它热议及研究高潮,将它上升为“上帝粒子”地位,指令全球各系列生物界包括人类、禽畜、水产的鱼虾蟹等生老病死等所有生命活动。其实在中华两千多年前,西汉时代《黄帝内经》《神农本草经》等药典中早已全面阐述机体的经络,穴位联络五脏六腑,四肢五官,皮筋骨全网络,传输血液全身滋养润肤健康。看来传统的中医药与 NO 作用机理是一致的,正如美国药理学家 Furihgo 等 (1998) 认为中草药的神奇疗效很可能与 NO 作用有关。

在 20 世纪 80 年代初,笔者就已首创中药 NO 复合剂分别在人体、禽畜、水产类中抗病促长应用试验获丰硕成果,从大量实践表明应用中药 NO 复合剂较美国等五个公司化学品 NO 产品有效率高 20 多倍,即从中药 NO 剂依体重 50~100 kg/人日服 0.25~0.5 g,美国的化学品 NO 剂日服不少于 6 克,否则无效,同时服用中药的具有广谱、高效、速效及成本低等优点,三十多年来在人体、禽畜、水产类等应用均获上佳效果。

长期使用中药 NO 复合剂具有以下优点:

(1) 提高产品产量、质量和鲜亮度

由于它能有效消除细胞代谢过程中连续产生有害的自由基;近年来国际医药界均公认体内自由基氧化应激过程中引发“三致”(致畸、致癌、致突变)的主要途径,也是致心脑血管病、高血糖、高血脂、高血压“三高”病,细胞角质化,养殖动物形成灰质斑块的罪魁祸首。

应用中药 NO 剂一两个月后,体内脂质降低,肌纤维内血红蛋白和血色素较对照组提高 8.2%,有光泽鲜艳的肌层和体表的鳗、鲈、鳖及虾蟹等反应更甚。

(2) 抗菌、抗病毒、抗寄生虫作用

据美国学者 Gnarro 等研究认为,NO 能提高机体免疫力,有效抵御传染性细菌、病毒及寄生虫侵袭,甚至能抑制癌细胞增生(引自 Ignarro《生理学和病理生理学》)。

在江苏省肿瘤医院病案室曾用中药 NO 剂抗小白鼠皮癌试验成功；复旦大学生命科学院洪教授曾用遗传学 DEP 技术检测被激活受体细胞 DNA 活力，证明其活力较人工栽培的西洋参、灵芝草等高十余倍，此后被某医疗机构防护 2 万余病，其中 11 例癌症中 7 例有效，笔者曾 80 年代中期用植物中药 NO 治疗中华鲟肝癌等也有效果。

(3) 抗流感作用

从 2011—2014 年笔者分别在山东济南、福建福州及江苏无锡等地用于养鱼、禽、畜的地方发现对血性病毒、H₅N₂ 猪流感、H₇N₉ 禽流感等。经用 NO 复合剂，效果显著。

(4) 抗寄生虫作用

应用中药 NO II 型剂内服防控鳗鱼拟指环虫有效率 85%，外用还能灭除车轮虫、小瓜虫等虫害。

(5) 抗辐射作用

中药 NO 剂能吸收放射性物质，阻止在机体内扩散辐射物质，被称天然的紫外线过滤器，能保护黑色素沉着，故常用于护肤佳品。

法国 AmbaZai 和瑞士 IMaONsson 等科学家对此剂曾分析认为，通过中药 NO 内服进入机体组织后，能释放一种具强活性细胞基因 DNA 改造修复因子——Crispr/Cak9 物质，能修补长期来受人工养殖单一饲料、单调生态环境压制产生基因缺陷，使之恢复原生态风味，这就是当今国际医药界上提出的一种的生物基因改造新技术，在浙江新安江养虹鳟、广东杏坛镇养黑鱼以及福建马尾公司养草虾和广东中山县、慈溪养鳗鲡实例所证实。

中药 NO 剂乃是作者 30 多年来不懈努力首创独立研究新成果，并在英国、美国、意大利及我国台湾地区被采用，其开发前景广阔。

姜礼燊 高级工程师

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心

目 录

1. 产品研究与开发简况	(1)
1.1 NO 理化性质	(1)
1.2 NO 在机体内的生理反应	(4)
1.3 人参皂甙	(5)
1.4 多糖类	(5)
1.5 复合药剂的协同作用	(5)
1.6 消除自由基	(7)
1.7 NO 复合物具有抗凝血及抗血栓功能	(7)
1.8 NO 复合物具有抗血糖作用	(8)
1.9 NO 复合物具有抗肿瘤作用	(8)
1.10 NO 复合物具有抗辐射作用	(8)
1.11 NO 复合物具有提高产品质量及鲜度作用	(9)
1.12 NO 复合物具有抗菌抗病毒抗寄生虫作用	(9)
2. NO 复合物毒理学安全性评价	(10)
2.1 急性毒性试验	(10)
2.2 亚急性毒性试验	(12)
2.3 胚胎毒性试验	(12)
2.4 诱食反应试验	(16)
2.5 鱼类回避试验	(16)
2.6 应用生物生理学监测试验	(29)
2.7 鱼类“三致”实验	(30)
2.8 慢性毒性试验	(32)
2.9 应用水蚤检测药物毒性试验	(34)
2.10 NBOA 对鱼类性腺、胚胎及苗种发育生长的影响试验	(35)
3. NO 复合剂在生产实际中应用	(39)
3.1 美国邀请参加“2000 年美国水生养殖会议”通知原件	(39)
3.2 在美国水生养殖学术会议有关学术报告原文	(41)

3.3	应用中药 NBOA 防治美国蛙鳃旋转病初见成效	(44)
3.4	应用 NBOA 防治中华鲟肝脏癌病	(45)
3.5	NBOA 防控鱼类肝脏疾病试验	(52)
3.6	NBOA 对鱼类外感受器及其行为影响试验	(56)
3.7	NBOA 对特种水产养殖应用	(63)
4.	NBOA 对鱼类抗病能力及生产效应的试验	(65)
5.	NBOA 在南美白对虾养殖中应用——白对虾亩产量突破 3 000 kg	(67)
5.1	机制及增产功能	(67)
5.2	提高体质,增强抗病能力	(68)
5.3	提高品质及降低生产成本	(68)
5.4	研究及开发前景	(68)
6.	NBOA 对水产动物抗病促长作用	(68)
6.1	增加食欲,促进生长	(69)
6.2	增强抗病力	(69)
6.3	增加肝胰功能	(69)
6.4	对甲鱼(鳖)生长试验	(69)
7.	NBOA 对鳊鲃抗病促长作用	(70)
7.1	急性应激试验结果	(71)
7.2	肝体指数试验结果	(71)
7.3	肝脏含酯量测定结果	(72)
8.	NBOA 在虾、蟹养殖中抗病促长作用	(73)
8.1	主要成分及其机制作用	(73)
8.2	增强食欲、促进生长	(73)
8.3	抗病实施生物防治	(74)
9.	应用 BNOA 防控鱼类大红腮疾病	(77)
9.1	病因及其机制分析	(77)
9.2	防治对策	(79)
10.	NBOA 对防控鱼类高血糖、高肝糖及高肌糖疾病试验	(79)
10.1	值得深思的重大课题	(79)
10.2	水产饲料粮食面临严峻的挑战	(80)
10.3	摄入过量碳水化合物	(81)
10.4	对策与建议	(83)
11.	NBOA 清除鱼体含酚异嗅、异味试验	(84)

11.1	材料与方法	(84)
11.2	实验结果	(86)
12.	鱼虾类钙代谢与机体 NO 合成的关系	(92)
12.1	从贝螺类废壳中萃取钙、锶等矿物离子	(92)
12.2	酶化技术措施	(93)
12.3	初步讨论	(93)
13.	水产病虫害的抗药性与鱼病检查三要素	(95)
13.1	病虫害的抗药性	(95)
13.2	发生抗药性的原因与机制	(96)
13.3	抗药性的防控对策	(97)
13.4	初步评价	(98)
13.5	鱼病检查“三要素”	(98)
14.	在禽畜类(鸡、猪)养殖中应用	(99)
14.1	NBOA 与土霉素饲养肉鸡试验	(99)
14.2	不同剂量的 NBOA 与杆菌肽锌等 4 种混合抗生素饲养肉鸡试验	(99)
14.3	含 1%NBOA 与 4 种抗生素预混料饲养肉鸡对比试验	(101)
14.4	NBOA 对肉鸡血液生理生化试验	(101)
14.5	NBOA 对肉鸡抗应激试验	(102)
14.6	NBOA 抑菌作用试验	(102)
14.7	NBOA 抗鸡病毒性疾病试验	(103)
14.8	NBOA 抗鸡球虫病的试验	(103)
14.9	NBOA II 型在禽猪鱼的综合养殖中抗流感病及促长作用.....	(104)
15.	NBOA 的联合应用	(112)
15.1	NBOA 与蓼棟素联合应用	(112)
15.2	NBOA 与蒿棟素联合应用	(116)
15.3	NBOA 与 β 褐壳素联合应用	(118)
15.4	NBOA 与印棟素联合应用	(121)
15.5	NBOA 与三唑酮复合剂联合应用	(122)
15.6	NBOA 与蛋壳醋液剂联合应用	(123)
15.7	NBOA 与柠檬酸钙或葡萄糖酸钙或乳酸钙组合联用	(123)
15.8	NBOA 与绞股蓝组合联用	(123)
15.9	NBOA 与黄芪组合联用	(124)

15.10	NBOA 与刺五加组合联用	(125)
15.11	NBOA 与固态络合铜联合应用	(125)
15.12	NBOA 与高级氧化技术联合应用	(126)
15.13	NBOA 与过氧化氢联合应用	(129)
15.14	NBOA 与过碳酸酰胺联合作用	(131)
15.15	NBOA 与过硫酸氢钾复合盐联合应用	(133)
15.16	NBOA 与高铁酸钾氧化技术联合应用	(134)
15.17	NBOA 与复合高铁酸铈联合应用	(135)
15.18	NBOA 与复合高氯酸铈联合应用	(136)
15.19	NBOA 与过硫酸氢钾联合调水控水中应用	(138)
15.20	NBOA 与复合高氯酸锰锌联合应用	(140)
15.21	NBOA 与发酵饲料联合应用	(142)
15.22	NBOA 与三氯或二氯联合应用	(143)
16.	NBOA 系列与常见药物组合应用	(144)
16.1	漂白粉	(144)
16.2	敌百虫	(147)
17.	当今国内外研究 NO、CaM 及 NOS 进展及其开发前景	(150)
17.1	鱼类方面研究进展	(150)
17.2	虾类方面研究进展	(151)
17.3	软体动物方面研究情况	(151)
17.4	NO 在抗微生物感染过程中的作用机制	(152)
17.5	NO 在禽畜方面的研究进展	(153)

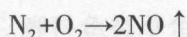
1. 产品研究与开发简况

新型中药一氧化氮 NO 前体物，是一类运用中华传统医药原理结合现代生物工程技术，从天然植物中萃取 EBOA 活性物质。由于该剂含有一氧化氮前体物、人参皂甙及多糖类等复合组成，它对鱼、虾、蟹、禽、畜等养殖动物均具有神奇的抗病促长效应，并经多年来，分别在江浙、两湖、两广、四川、豫辽吉等地一些养殖实际应用中获丰硕成果。一般情况下可提高养殖动物成活率达 85%~95%，增产率提高 9%~31%，节耗饲料 17% 左右，颇受各地基层群众的好评。

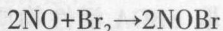
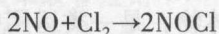
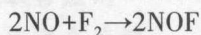
从 20 世纪 80 年代初作者就开始在各地广泛调查采集研究筛选试验，最终选定以长青果 (Euergeen Fruit) 植物为主复合剂 (简称 NBOA)，其成分主要有 人参皂甙 (Ginsenoside) 和多糖类 (Saccharide) 等，含量甚高分别可达 10%~15%，较吉林省长白山区域，野参或山参含量 4% 要高 2~4 倍多。其实此类植株药用价值早在公元前一、二世纪我国西汉时代《神农本草经》和明李时珍《本草纲目》中就有记载了。然而时至今日人们尚未有充足的认识和开发。但随着当代先进科技的快速发展，有关研究机构应用有机营养光谱工程专项分析表明，其中尚含丰富的一氧化氮前体物 L-精氨酸 (L-Arginine) 和 L-瓜氨酸 (L-Guanine) 等名贵营养物质。从而身价倍增，这就与当今全世界闻名的荣获诺贝尔医学奖美国科学家 J. Ignarro 等 (1998) 首先发现新型一氧化氮免疫剂联系起来，他们已经进行的 20 多年的科学研究成果证实 NO 对人及其他动物生命具有神奇的抗病抗衰老以及灭菌灭病毒灭寄生虫作用。由此可知，本产品是拥有充足的现代科学的理论基础和依据，而且本中药 NO 成果还较美国 Ignarro 等化学品 NO 产品约早 20 年就应用了。正如美国药理学家 Furchgo 等 (1998) 承认，中草药的神奇疗效很可能与一氧化氮作用有关。

1.1 NO 理化性质

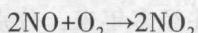
一氧化氮 (Nitric Oxide, NO) 又称亚笑气，是生物学上最简单的分子之一。化学式 NO，分子量 30，氮的化合价⁺²难溶于水。由于它带有不对称的电子，故其化学性质非常活泼，且有顺磁性作用。在大自然中常通过放电效应与大气中氧结合成一氧化氮。



一氧化氮与卤族元素中氟、氯、溴也易发生反应，生成卤化亚硝酰（NOX）如 NOF、NOCl、NOBr 等化合物，其化学方程反应式：



在大气中 NO 与氧也易反应，生成红棕色气态二氧化氮。



二氧化氮有毒，易溶于水生成硝酸，其常随雨水渗入土壤，与土中矿物质反应形成硝酸盐，从而使土壤中获取氮肥源。有趣的是一氧化氮，原是一种汽车尾气，或是炸药 TNT 爆炸发出硝烟味，但现今医药学、生物学以及化学界掀起对 NO 热议及研究高潮，将它上升为“上帝粒子”地位，指令全球各系列生物包括人类、畜禽、水产鱼虾蟹的生、老、病、死的生命活动。其实在中国早在二三千年西汉时代前《黄帝内经》《神农本草经》等药典中，已有全面阐述机体经络、穴位联络于五脏六腑、四肢五官、皮肉筋骨网络，输血液使全身滋养健康。看来传统的中医药与 NO 作用机理是一致的。正如美国药理学家 Furchgo 等（1998）认为，中草药的神奇疗效很可能与 NO 作用有关。

在 20 世纪 80 年代初，作者就开始调查研究成功筛选了 NO 复合物，分别在人体与畜禽水产中抗病促长试验获丰硕成果，从大量实践表明，应用 NO 复合物较美国等五个公司 NO 产品，日内服有效率高 20 多倍，即从中药 NO 复合物日服量依体重 50~100 kg 为 0.25~0.5 g，美国进口的 NO 依体重 50~100 kg 不得少于 6 g，否则无效。另外用中药的能速效、广谱及成本甚低，并在人体及畜禽、水产鱼虾类等多年大量应用均予证实。

多年使用 NO 复合剂具有如下优点：

（1）提高动物产品质量和鲜艳度

本剂能有效清除细胞代谢过程中连续速产生极为有害的自由基，它是致机体衰老和病害的罪魁祸首。近年来国际医药界均又公认体内自由基氧化应激的过程是引发“三致”（致畸致癌致突变）的主要之一。还致心脑血管病、高糖高脂病以及细胞角质化老化，失去养殖动物的鲜艳度，形成灰质斑块。

应用本剂一两个月后，体内脂质降低，肌纤维中血红蛋白和血色素较对照提高 8.2%，故呈现有光泽的鲜艳肌层和体表，以鳊、鲈、鳖、虹鳟及草虾等为甚。

(2) 抗菌抗病毒及抗寄生虫作用

英国 Ignarro 等学者认为, NO 能提高机体免疫力, 有效抵御传染性细菌病毒和寄生虫的侵袭, 甚至能抑制癌症的增生 (Ignarro 《生理学和病理生理》)。

在江苏省肿瘤医院病理室, 蔡教授曾用本剂抗小白鼠皮肤癌试验成功; 复旦大学生命科学院洪教授曾用遗传学上 DEP 技术检测被激活受体细胞 DNA 活力, 证明其激活力较人工栽培的西洋参、灵芝草等高十余倍, 此后应用治病人数超过 2 万例, 其中 11 病理癌症病有 7 例效果显著; 作者应用于中华鲟癌症治疗等。

(3) 抗流感作用

近年来在我国不少地区爆发 H_7N_9 禽流感、 H_5N_2 猪流感以及鱼虾出血性流行病。从 2011—2014 年作者分别在山东济南、福建福州及江苏无锡等一些养殖场中仅防控肉鸡肉猪达 10 万余头, 效果颇佳, 据有关研究机构测定, 用药后 16 h 猪体感染伤寒沙门菌或肠道病原体减少 80%, 72 h 后菌毒全杀灭。

(4) 抗寄生虫作用

鳗鱼拟指环虫是鱼类 200 多种单殖吸虫类最凶猛顽固的寄生虫, 以往用甲苯咪唑、快螨特等药物已减效甚至无效, 但应用本剂内服灭虫有效率可达 85%~95%。2013—2014 年分别在福建福清、永泰、永安、高山及顺昌等防控拟指环虫获效甚佳, 本剂若复配蒿楝素外用还能杀灭车轮虫、小瓜虫等纤毛类原虫病。

(5) 抗辐射作用

中药 NO 复合剂可吸收放射性物质, 阻止病菌扩散, 被称为天然的紫外线过滤器, 此外它还能清除紫外线诱导的自由基, 从而保获黑色素集体的正常功能和抑制机体组织中脂质氧化, 防止色素沉着, 故常被用于护肤佳品。

NO 复合剂乃是 30 多年来, 不懈努力的首创独立研究成果, 在英国、美国、意大利以及我国台湾地区也被试用, 其开发应用前景广阔。有趣的是, 在动物食饲中含有 NOCL 等卤化亚硝酰物质, 就会极易被鱼、虾类外感受细胞吸引, 使它们产生诱食行为。据作者多年的试验观察表明, 在饲料中添加少许含有 NO 添加剂, 就会迅速招来鱼虾类的摄食, 若 NO 添加剂添入饲料中越多, 鱼虾类越深入饲料中抢食, 尽管 NO 添加剂已超常规的用量, 鱼虾类不顾仍深入饲料台内摄食, 其中以鲤科鱼类草鱼和青鱼为甚。其次鲮鱼、罗汉

鱼、鲫鱼、鳊鱼及虾、蟹类也随之摄食。当地渔民经验，其摄食量较对照组增加 15%~18%，也是一类新型的饲料诱食剂。

1.2 NO 在机体内的生理反应

一氧化氮作为一种新型免疫剂，早在 19 世纪中期美国科学家 Davy 发现，此后美国学者 Lgnarro、Murad 和 Fuchgtt 通过进一步研究发现，它既是生物的重要的免疫分子、效应分子和信使分子，又广泛分布于人、畜、禽、鱼、虾、蟹、贝等生物机体中，参与多种生理生化如抗病促长及其机理效应。由于发表于美国《Science》杂志而引起众多科学家的高度关注。此后于 1998 年还荣获诺贝尔医学奖，从而掀起了全球医学、生物及化学界对一氧化氮的研究热潮。

NO 在机体内各种生理生化过程中起着极其重要的作用，除调节人体内心脑血管系统，增加新陈代谢、调节胰岛素分泌、解除堵塞血管带来的脑梗和心肌梗塞外，还起着灭菌灭病毒灭寄生虫作用。研究探明产生 NO 的机制是机体内备有 L-精氨酸进入神经组织和血管内皮平滑肌细胞中，由一种一氧化氮合成酶（Nitric Oxide Synthase, NOS）催化为多价胍基氮分子与强氧化物合成渗透性极强的小分子一氧化氮物质。它能扩张血管，舒通血液，又能溶化血栓清除血液聚积的斑块，避免血管壁形成粥样硬化；同时还加速白细胞形成，调节机体免疫系统，增加体质，提高抗病力。NO 能发挥如此奇妙作用，与 NOS 酶的协作是分不开的，据 Forstermann 等研究指明，NOS 酶分布全身，且有不同功能；其中一种神经型 nNOS（neuronal NOS），主要分布于中枢神经系统另一种内皮型 eNOS（endothelial NOS）分布于脏腑、肠道、肾组织等部位；另一种诱导性 iNOS（inducible NOS）存在于单核、巨噬等淋巴系统中，担负着抵御和清除入侵炎症细胞和肿瘤细胞作用。

应当指出，为维护 NO 于机体内高效作用，还需持续提供足够的含钙 Ca^{2+} 食物。由于钙 Ca^{2+} 不但调节细胞内电介质平衡，而且 NO 效应也需一定量的钙调节素（又叫钙离子 Ca^{2+} /钙调素 CaM）达到 $0.05 \sim 0.2 \mu\text{mol/L}$ Ca^{2+} 水平，积极参与 NOS 酶类调节效能。尤其以 eNOS 与 iNOS 两型依赖 Ca^{2+} 离子渗入脏腑、肠道及肾脏等组织胞浆中，参与抑杀种种病原体。

1.3 人参皂甙

人参皂甙是本产品主要的有效活性物质之一。它以高分子甙元形式构成十余种长链 R_o 、 R_{a1} 、 R_{b1} 、 R_{b2} 、 R_{b3} 、 R_{bc} 、 R_d 、 R_{e1} 、 R_{h20} 、 R_{sio} 、 R_{20} -glue-f 等有机糖萜类的高活性物质，故民间有“生物激素”“救命素”“救命丹”之称。

人参皂甙作用的机制及其效应问题，作者曾在鱼禽畜养殖中作过试验，试验结果表明内服本品含 0.15% 量拌饲连喂中华鲟病鱼 80 余天，从病鲟初期红细胞均值 $4 \text{ 万}/\text{mm}^3$ 后期上升 $78 \text{ 万}/\text{mm}^3$ ，血小板 $14 \text{ 万}/\text{mm}^3$ 上升到 $22.12 \text{ 万}/\text{mm}^3$ ，血红蛋白均值 4.5 克上升到 7.1 克，而血淋巴细胞均值 71% 降至正常值 28%，表示其免疫力增强、炎症消失。又用一种土鸡纯白鸡作组织受体和分子免疫功能试验，表明含本品 0.05% 饲料连养 20 余天，分别采其静脉血液加抗凝剂，离心后，以放射免疫法检查其淋巴 T 细胞转化率与免疫球蛋白 C (Ig) 变化率，检查结果表明前者转化率较对照组提高 54.14%，免疫球蛋白提高 120% ($P < 0.05$)，其中血清 ACTH 指标较对照组提高 130%，可见其已明显提高机体免疫能力。

1.4 多糖类

多糖类物质是有双向性调节机体的免疫功能，亦是近年来国际医药界上公认为免疫调节剂。从实际应用上证实它既有控制细胞分裂和分化、调节细胞生长与衰老作用，同时还能刺激机体各种免疫性细胞的成熟分化和繁殖，增加巨噬细胞非特异性的活化作用 (ADDc)，诱导 IL—1、IL—2 肿瘤坏死因子及干扰素等效力，从而促进抗体形成，增强机体体质及提高了免疫抗病能力。

1.5 复合药剂的协同作用

本产品主要成分有 NO 前体物、人参皂甙及多糖类等组成。它的使用量依机体体重 50~100 kg 日内服 0.5~1 g，2~3 d 内见效；美国 Apple Day、Prono、Eejen 等医药公司生产 NO 化学药品，依体重 60~100 kg 日服量等于或大于 6 g，少于此剂量无效。

以上两种 NO 药物产品，作者均分别在人及其他鱼、虾、蟹、禽、畜等养殖动物中使用，从两种产品的使用结果表明，采用中药 NO 复合物产品性能远胜过由人工合成化学药 NO 的作用，这不单反映在水产鱼、虾、蟹等动物上，

最重要的反映在人体、猪、禽等高等脊椎动物，尤其在鼠、兔，人体上效果为甚。

为何中药 NO 较人工化学合成 NO 的药效要好得多，据美国药理学家 Furchgott 等分析认为，主要由于中药复合多种有效活性组成起到相加作用，也称药物协同作用。特别表现在数种强氧化性中药组成为甚（表 1-1 和表 1-2）。

表 1-1 中药一氧化氮 NO 复合物成分

类别 成分	药名
主要物质	中药一氧化氮 NO 前体物、人参皂甙、多糖类
微量物质	天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、脯氨酸、甘氨酸、丙氨酸、胱氨酸、缬氨酸、蛋氨酸、异亮氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、精氨酸、维生素 C、维生素 E、维生素 B ₁₂ 、维生素 B ₂ 、有机硒、锌、钙、花青素

表 1-2 美国 Ignarn 一氧化氮前体化合物成分用量表

类别 成分	药名	用量 (g/d)
主要物质	L-精氨酸	≥6
微量物质	L-瓜氨酸	0.2~1
	维生素 C	0.5
	维生素 E	0.2 国际单位
	叶酸	0.04~0.08
	α-硫辛酸	0.10

表 1-3 中药与西医 NO 服用量、药效、成本费比较表

药名	用量 (g/d)	见效时间 (日)	药费用 (元)	备注
中药 NO 前体复合物	0.25~0.5	2~3	0.2~0.5	从美国进口 Appledoy 等公司
美国 NO 化学药物	4~6	15~20	10~15	从美国进口 Appledoy 等公司