

# 营养珍品

---

# L-赖氨酸

---

● 雷爱祖 编著

● 轻工业出版社

517

# 营养珍品L-赖氨酸

雷爱祖 编著

轻工业出版社

## 内 容 提 要

L-赖氨酸是强化食物营养的“珍品”，它在食品与饲料工业上占有重要的地位。由于它可直接添加于人民的膳食中，因此与全体人民生活密切相关。读者不禁发问：L-赖氨酸是什么？怎样制取和使用它呢？……，本书通过L-赖氨酸自述及一番游历见闻，向读者介绍了L-赖氨酸发现的故事及其“非凡”的性质，揭示了添加L-赖氨酸能提高食物营养价值的秘密。向读者介绍L-赖氨酸制造原理及过程、使用方法及应用效果等等基本知识。全书深入浅出，通俗易懂，饶有兴趣，是一本适合广大工人、农民、干部和学生增长宝贵科学知识的科普读物，也可作为赖氨酸制造工业及食品、饲料工业生产和研究人员的参考书。

### 营养珍品L-赖氨酸

雷爱祖 编著

雷似祖 绘图

轻工业出版社出版

(北京阜成路3号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/32 印张：2 12/32 字数：48 千字

1984年3月 第一版第一次印刷

印数：1—10,000 定价：0.21 元

统一书号：13042·025

## 前面的话

L-赖氨酸是蛋白质的一个重要组分，是人体内不能合成的必需氨基酸之一。它可以调节人体内的代谢平衡，促进生长发育，是乳儿、幼童、青少年发育期，妇女妊娠、哺乳期，年老体弱及病后恢复期所必需的物质，它对记忆衰退、营养不良、慢性肝炎、支气管哮喘等也有疗效。据营养学专家们分析发现，L-赖氨酸在人类的食品中最重要而又最缺乏，故把它称为第一必需氨基酸。将其添加入谷类食品中，可以提高食品中蛋白质的利用率，把原来不能被利用的蛋白质充分利用起来，从而强化食品的营养，是一种优良的食品营养强化剂。此外，将它添加入禽畜饲料中，可大大提高饲料的营养价值，提高禽畜生长发育和增重的速度，缩短饲养时间，节省大量饲料，降低饲养成本，提高瘦肉率。

L-赖氨酸确实是一种能造福于人类的好东西，但是，由于我国赖氨酸工业还是年轻的工业，它还未为广大人民群众所认识。本书试图通过L-赖氨酸的自述及一番游历见闻，向读者介绍赖氨酸的有关科学知识及全部制造过程，以及近年来它在食品与饲料工业上的应用方法和效果。

作者1982.7.于南宁

# 目 录

|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、自我介绍.....         | 1  |
| 降临人间.....           | 1  |
| 天生的“性格”与“嗜好”.....   | 4  |
| 严肃的“家规”.....        | 5  |
| 人与动物体内的“有机化工厂”..... | 6  |
| 非凡的地位.....          | 8  |
| “本领”来由之谜.....       | 10 |
| 二、为人类造福的“天职”.....   | 12 |
| 了不起的变化！.....        | 12 |
| 孩子们健康的福音.....       | 13 |
| 与牛奶蛋白相媲美.....       | 16 |
| 年老体弱者的营养佳品.....     | 18 |
| 犹如吃白糖般地安全.....      | 20 |
| 营养品治病.....          | 21 |
| 质佳味美的强化营养食品.....    | 24 |
| 三、禽畜生长发育的“促进者”..... | 29 |
| 添加的必要.....          | 29 |
| 小猪的“代乳品”.....       | 33 |
| 猪“兄弟”竞赛.....        | 34 |
| 多耗饲料吗？.....         | 37 |
| 饲养成本下降了！.....       | 38 |
| 使用须知.....           | 40 |
| 瘦肉增多了！.....         | 43 |
| 鸡不“赖窝”了！.....       | 44 |

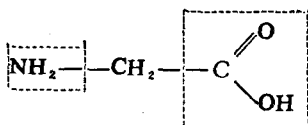
|                   |    |
|-------------------|----|
| 六畜兴旺.....         | 47 |
| 四、奇妙的“化学合成” ..... | 49 |
| 旧地重游.....         | 50 |
| 能干的“小工艺师” .....   | 51 |
| 糖变L-赖氨酸的秘密 .....  | 53 |
| 营养品“大杂烩” .....    | 55 |
| 洁白的营养珍品.....      | 57 |
| 携手并进.....         | 60 |
| 五、美好的前景.....      | 64 |
| 最早生产L-赖氨酸的国家..... | 65 |
| 可喜的一步.....        | 66 |
| 前途无量.....         | 66 |

## 一、自我介绍

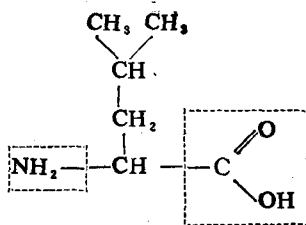
我是人们所喜爱的营养品——蛋白质家族中的一名重要成员。我的名字叫赖氨酸，化学上又把我命名为 2, 6-二氨基己酸。因为我本领大，心眼好，专为人们做好事，为儿童们造福，博得了人们的称赞。对于陌生的我，也许你们很想知道来龙去脉，那就首先请听我“降临人间”的故事吧……。

### 降 临 人 间

在很久很久以前，我虽然早就存在于自然界动植物蛋白质家族内，可是那时化学家们并不认识我，他们只知道我的家族——蛋白质是一类结构极其复杂的含氮高聚物，分子很大。但是在我那庞大的家族内是由什么为基本成员来组成的呢？求知欲强烈的化学家们当然是很想弄清楚的，但由于当时化学分析手段仍很落后，想用分析的手段来达到这一目的是根本不可能的。直到1819年，法国有位名叫布拉孔诺的化学家，他把纤维素放在酸里加热，成功地使纤维素分解成葡萄糖，从而知道纤维素是由许多葡萄糖“手拉手”组成的，因此他想：能不能像研究纤维素是由葡萄糖组成的那样来研究蛋白质的组成呢？于是，他决定还是用酸加热的办法来研究蛋白质的组成。首先，他把明胶（蛋白质）放在酸里加热处理，结果从酸水解液中提取得到一种分子量比蛋白质小得多的含氮化合物，后来取名为甘氨酸，他就是我的大哥。接着，布拉孔诺又用同样的方法，从肌肉水解物中提取得到另一种含氮化合物，取名为亮氨酸，这就是我的二哥。



甘氨酸

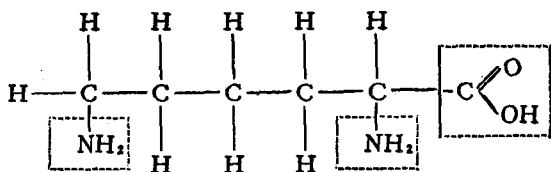


亮氨酸

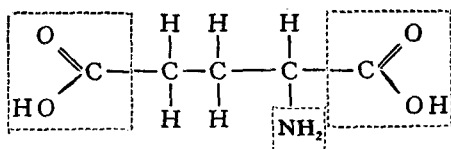
后来，化学家发现我的兄弟们虽然“身躯”高矮（碳链长短）不同，体重（分子量大小）也不同，可毕竟是一母所生，所以“样子”很相似：在它们身体上都含有两个相同的基团：氨基（ $\text{—NH}_2$ ）和羧基（ $\text{—COOH}$ ），即是羧酸上的一个碳原子上的氢原子（ $\text{—H}$ ）被一个氨基（ $\text{—NH}_2$ ）取代了，化学家们就把这一类羧酸分子称为“氨基酸”。

化学家布拉孔诺用酸水解蛋白质的办法提取得了氨基酸结晶，这一举动震动了当时的化学界，强烈地吸引着化学家们的注意力。继布拉孔诺之后，许多化学家纷纷从各种蛋白质的水解物中发现并提取得其他的一些氨基酸，这些氨基酸有的呈现中性，有的呈现酸性，我跟我的大多数兄弟姐妹们不同，却呈现碱性。1889年，有位名叫德雷克塞尔（Drechsel）的化学家，在研究酪素（牛乳蛋白）的水解物时，发现了我呈现碱性，他首先给我取名为“赖酪碱”，然后千方百计把我提取出来。可是，当时他并没有把我单独地提纯结晶出来，而是把我与精氨酸混合结晶，以“双胞胎”的形式“降临人间”。过了两年（即1891年），另一位化学家菲什尔（Fischer）才把我从与精氨酸的混合结晶物中分离出来。1902年化学家菲什尔（Fischer）和魏格特（Weigert）用化学合成法成功

地制造了我，并确定了我的结构式为：



从我的结构式中，就可发现我呈现碱性的秘密——我身体上的碱性基团氨基(—NH<sub>2</sub>)数目多于酸性基团(—COOH)的数目，化学上称我为碱性氨基酸；而上面所提到的甘氨酸和亮氨酸结构式中碱性基团氨基(—NH<sub>2</sub>)的数目刚好等于酸性基团(—COOH)的数目，故称为中性氨基酸。另外，你们所熟悉的味精是 L-谷氨酸一钠盐，在这谷氨酸的结构式中：

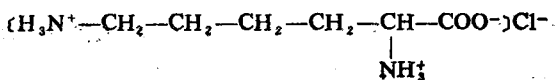


酸性基团(—COOH)数目多于碱性基团(—NH<sub>2</sub>)数目，称为酸性氨基酸。到目前为止，化学家发现我的兄弟姐妹一共有20多个，按(—COOH)基与(—NH<sub>2</sub>)基数目的多少分为酸性氨基酸、中性氨基酸和碱性氨基酸三大类。一直到了十九世纪末，化学家才断定，蛋白质这一庞大的家族就是由我们这些氨基酸为基本成员组成的。后来还发现我在人体与动物体内具有较高的营养价值，因此普遍对我加强了研究。

## 天生的“性格”与“嗜好”

自我降临大地以后，化学家们确定了我的结构式，并系统地研究我的“性格”与“嗜好”。首先给我戴上一顶“L-”型的“桂冠”，表示我的旋光性质是左旋，并发现了我的比旋光度 $[\alpha]_D^{20} = +14.6^\circ$ ，这就使人们便于鉴别我啦。另外，你可别以为我这顶“L-”型的帽子是随便戴上的，它却是我天生“性格”的重要标志，因为一般氨基酸有左旋(L-)和右旋(D-)两种旋光异构体，如左旋与右旋两种旋光异构体等量混合，使旋光性互相抵销，这样的物质又叫外消旋体(DL-)，而在生物体内的氨基酸都是左旋(L-)的，因此也只有左旋的氨基酸才能被吸收到人和动物体内，用来合成新蛋白质。在我们兄弟姐妹20多人中，只有蛋氨酸有些特殊，DL-蛋氨酸却可以被生物体所吸收利用。因此以下所谈的我，都是指“L-赖氨酸”。我的肤色淡黄，比较耐热，但是如把我加热至 $210^\circ\text{C}$ ，我也受不了，肤色会变得暗黑，如果在空气中受热至 $224.5^\circ\text{C}$ ，我就只好使个“分身法”，并部分同氧结合，变成氨、二氧化碳和水，逃到空气中去了。

我是碱性氨基酸，能使我从溶液中结晶析出的等电点是 $\text{pH}9.59$ 。平时，我很顽皮，最喜欢戏弄散布在空气中的水分，搞得自己全身粘粘糊糊的，人们说我的吸湿性太强，不好保存，所以在实际使用过程中，把我制成稳定的形式赖氨酸盐酸盐供医药、食用和饲料用，我的盐酸盐化学结构式为：



要把我制成盐酸盐并不困难，因为L-赖氨酸盐酸盐的等电点正好是pH4.90，因此，只要拿浓盐酸来中和赖氨酸的浓溶液，直至溶液从碱性变酸性，当pH刚好等于4.90时，在冷却状态下，马上可以看到洁白、晶莹的结晶析出，将我过滤烘干粉碎即得纯品——洁白的粉末。这时，我不但变得更漂亮啦，而且十分稳定，可以忍受较高的温度，加热至264°C才开始发生分解。我的“嗜好”也变啦，不易吸潮和变质，易于较长时间的保存。我的比旋光度也变了，人们规定我的比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ 达到+19.0~21.5均为食用及医药用的合格产品，而且还规定我的合格纯度在98.5%以上，当然还有其他一些严格的质量指标。

为什么人们如此热衷于对我的研究呢？那是因为我并不是一种普通的氨基酸，而是对他们的生活具有特殊意义的“非凡氨基酸”。欲知其详，就得先从我的蛋白质家族说起。

## 严肃的“家规”

在我们的家族中，我们兄弟姐妹一起可以在人体和动物体内合成各种新的蛋白质，但是我们决不能随随便便地结合，而是有着非常严肃的“家规”，即我们各种氨基酸必须按照严格的比例和非常复杂的连接方式才能组成新的蛋白质，而且不同的蛋白质，组成它的氨基酸的种类与数目均不相同。比如：人体的血液中有一种被称为“血清白蛋白”的蛋白质，这种蛋白质的一个分子是由526个各种氨基酸分子所构成的，但是，不是随便的526个氨基酸分子都能构成一个血清白蛋白分子，而是对这526个氨基酸的种类及每一种类中的氨基酸分子数目都有一个严格的比例要求，合成一个血清

白蛋白分子需要15个甘氨酸分子、45个缬氨酸分子、58个亮氨酸分子、9个异亮氨酸分子、31个脯氨酸分子、33个苯丙氨酸、18个酪氨酸、1个色氨酸、22个丝氨酸、27个苏氨酸、58个赖氨酸、16个胱氨酸……等等总共18种、526个氨基酸分子，以上的任何一种氨基酸中少一个分子也合成不了血清白蛋白分子，如果要合成多个血清白蛋白分子，那么各种氨基酸的种类和数目必须严格地按以上的比例倍增。

大家知道，蛋白质是细胞增生增大的物质基础，没有蛋白质就没有生命。人体和一切动物体的血液、脑髓、肌肉、内脏、骨髓、毛发、指甲等等都是由蛋白质组成的，而且人体与动物体内的蛋白质并不是永远不变的，在它们的生长与发育期间，这些蛋白质要不断地更新，即进行新陈代谢。据统计，构成肌肉的蛋白质3个月就更新50%，体内的蛋白质3年就可以完全更新。这些更新的蛋白质靠什么来合成呢？这自然是由我和兄弟姐妹们来合成了，即是人与动物体内每天得到各种新的氨基酸按上述的严格比例，相互配套合成的。那么，合成新蛋白质的这些新氨基酸又从哪里来呢？

## 人与动物体内的“有机化工厂”

人与动物体内实际就是一个非常复杂的生物“有机化工厂”。在这里，每时每刻都要进行着许多有机物质的分解与合成反应，维持着人与动物体的生命过程。合成新蛋白质所需要的各种新氨基酸就由这里加工或合成来供给。

人和动物每天从食物中吃进的蛋白质不能直接变成体内的蛋白质，这些食物中的蛋白质必须首先在体内这座“有机化工厂”内，由住在小肠内的“工艺师”——胰蛋白酶分

解成各种氨基酸，这些氨基酸才能被小肠壁吸收进入血液，通过血液循环输送到体内各个部位器官，在体内各种生物酶的作用下，又根据体内的不同需要，把各种氨基酸按照一定的比例重新组成体内各种新的蛋白质，来补充更新蛋白质的需

要：食物中蛋白质  $\xrightarrow[\text{〔酶〕}]{\text{〔分解〕}}$  各种氨基酸  $\xrightarrow[\text{〔酶〕}]{\text{〔合成〕}}$  体内新蛋白质

在这里你可能会问：到底体内每天需要多少氨基酸做原料来合成新的蛋白质？这些氨基酸需不需要全部从食物中摄取？上面已经谈过，各种蛋白质都是由20多种氨基酸按照严格的比例和一定的排列顺序和空间构造联结而成的大分子化合物。在这20多种氨基酸中，大部分体内这座“有机化工厂”中都具有自行合成的“本领”，这部分氨基酸尽管每天吃进的食物中不含或少含它们，但也不会缺乏，因为体内这座“有机化工厂”需要多少就能自行合成多少来供给自己的需要，这部分体内能自行合成的氨基酸被科学家们称为“必需氨基酸”。而另外一部分氨基酸，体内这座“有机化工厂”里没有自行合成它们的本领，而必须靠每天吃进的食物中摄取，来供给身体合成新蛋白质的需要，这部分氨基酸称之为“必需氨基酸”。因为人和动物体内很容易缺乏它们，因此它们在合成新蛋白质中占有非常重要的地位。我就是必需氨基酸之一。不同动物体“必需氨基酸”不尽相同：猪的“必需氨基酸”有10种，鸡有12~13种，人体的“必需氨基酸”却有8种，就是我和蛋氨酸、色氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸等8弟兄。对儿童来说，除上述8种“必需氨基酸”以外，还多加一种组氨酸。

可见，人体内是否能合成新蛋白关键是8种“必需氨基酸”的供应是否齐全、充足，而且符合一定的比例。由于

“必需氨基酸”来源于每天的食物，因此食物中含有“必需氨基酸”的情况就决定了食物的营养价值。我之所以在人们的生活中具有特殊的意义，就是因为在各种食物中，各种“必需氨基酸”的含量多少都不一样，因此我们的地位高低也有区别。

## 非凡的地位

由于“必需氨基酸”在通常的食物中含量不同，因而又被分成两大类：一类“必需氨基酸”在通常的食物或饲料中含量较多，一般能满足人与动物体的需要，称之为“非限制性氨基酸”；而另一类“必需氨基酸”在通常的食物或饲料中含量较少，不能满足人与动物体的需要，称之为“限制性氨基酸”。我之所以在整个蛋白质家族中具有“非凡的地位”，那是因为我在通常的食物中含量最少，“物以稀为贵”嘛，特别在人类的主食谷类蛋白中最缺乏我，所以把我称为“第一限制性氨基酸”。在人类的主食中，由于我的缺乏，便大大限制着人体对其它氨基酸营养的吸收，亦即蛋白质营养的吸收率。人们熟知的鸡蛋和牛奶是优质的营养品，那是因为鸡蛋和牛奶中的各种“必需氨基酸”之间比值恰好与人体对各种“必需氨基酸”所需要的比值一致，可以被人体全部吸收，故把它们称为全价蛋白质；而谷类蛋白质的质量较差，其中各种必需氨基酸的比值不恰当，其中L-赖氨酸的比值最低，严重影响了人体对其它氨基酸的吸收，所以谷类蛋白质的营养价值较差（表一）。

大量的实践证明，只要往人类的谷类膳食及禽畜谷类饲料中添加一定量的L-赖氨酸，以弥补谷类蛋白中赖氨酸

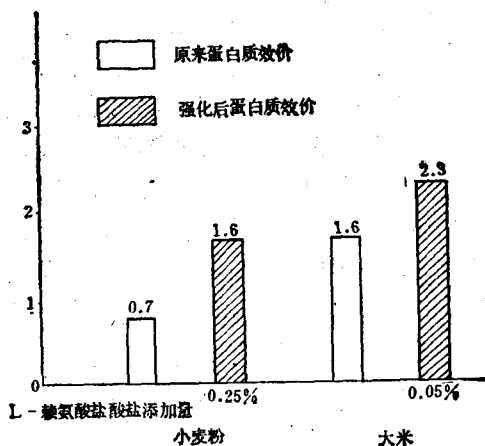
表一

几种主要食物必需氨基酸组成比较 \*

| 必需氨基酸<br>食品名称 | 异亮氨酸<br>% | 亮氨酸<br>% | 蛋氨酸<br>% | 苯丙氨酸<br>% | 苏氨酸<br>% | 色氨酸<br>% | 赖氨酸<br>% | 缬氨酸<br>% | 最不足氨基酸 |
|---------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 鸡蛋            | 100       | 100      | 100      | 100       | 100      | 100      | 100      | 100      | —      |
| 大米            | 98        | 114      | 82       | 139       | 88       | 94       | 55       | 104      | 赖氨酸    |
| 面包            | 108       | 118      | 77       | 141       | 89       | 106      | 44       | 102      | 赖氨酸    |
| 大麦            | 82        | 104      | 87       | 166       | 88       | 97       | 55       | 88       | 赖氨酸    |

\* 以鸡蛋（全价蛋白质）的各种必需氨基酸值为标准（100%），与其它食物的各种必需氨基酸进行比较（以百分比形式比较）

含量之不足，就可以大大提高人体与动物体对各种谷类蛋白质的利用率，即吸收率，从而大大提高了食物或饲料的营养



图一

价值。从图一可见，小麦粉用 0.25% L-赖氨酸盐酸盐强化，

其营养价值可提高128%，大米用0.05%L-赖氨酸盐酸盐强化，其营养价值可提高44%。这样，就可以使植物性蛋白质的利用率提高到动物性蛋白质的水平。据一些资料介绍：谷类食物中只要添加1克L-赖氨酸，就可以增加10克可利用的蛋白质。由此可见，我本身不但是高级营养品，而且我还具有帮助其它氨基酸被吸收的“本领”，难怪人们把我称为“食品与饲料增强营养的强化剂”。但是，大家不禁要问：我为什么会具有这样的“本领”呢？

### “本领”来之之谜

要想揭开我提高食物营养价值“本领”之谜，首先得听我介绍新的蛋白质在人体内是怎样合成的：

根据我们蛋白质家族“严肃的家规”，如果每天体内对各种氨基酸需要的比值刚好得到满足（即正好配套），就叫做氨基酸平衡，在这个时候，人体对蛋白质的利用率最高。我们每天的主食大米、玉米、面粉等，其中的蛋白质含量有9%左右，可是由于这些谷类蛋白质中赖氨酸含量的比值很低，使人体对这类蛋白质吸收困难，不能被吸收的蛋白质白白排出体外，每天实际浪费了大量的蛋白质。为什么食物中赖氨酸含量的比值低就会严重影响身体对其它氨基酸营养的吸收呢？那是构成蛋白质中的各种氨基酸的种类和数量都是遵循一定严格的比例，但人体每天得到各种新氨基酸很难完全符合这一比例，因此人体在合成新蛋白的时候，实际上是以含量最不足的一种氨基酸为基点，然后按一定的比例吸收其它各种氨基酸来组成人体新的蛋白质，这实际就是一种营养的“短线平衡”，即人体的8种必需氨基酸中，只要其中有一种

含量不足，就破坏了氨基酸平衡，不能配套的其它氨基酸就不能组成人体的蛋白质，只好白白排出体外，不但浪费蛋白质，而且还多消耗代谢能，对身体不利。因此，在食物中的蛋白质，不应该光考虑一个量的问题，而应该认真考虑一个质的问题。因为在蛋白质中的各种氨基酸的含量的比例是否协调，极大地影响着食物的营养水平：比例协调的，营养价值就高；比例不协调的，营养价值就低。面粉、大米中蛋白质营养的吸收率的高低受着其中赖氨酸含量高低的影响。如果人为地将赖氨酸添加到面粉、大米中去，以弥补赖氨酸低于其它必需氨基酸部分，即可把本来不能被利用的其它氨基酸也利用起来，从而提高食物的营养价值。

我具有提高人们食物营养价值的天生“本领”，引起了国内外营养学专家的重视，他们为了使自己的子孙后代兴旺发达，首先重视了我对儿童智力与身体生长发育的影响，然后再考虑将我添加到全民的膳食中去，以强化膳食营养，提高健康水平。化学家与微生物工业发酵专家们则是研究如何能大量廉价地制取我，他们甚至连一些工业的下脚料、废液、废渣也不放过，考虑把我制成粗制品用到禽畜业上去，加速禽畜的发育生长，缩短饲养期，为人类多提供动物性蛋白质。呵，那是多么宏伟的计划蓝图呵！我真为自己在世界上大有用武之地而高兴。从此，为人类造福，便是我的天职。随着科学家的研究一天天深入，我也就给人类带来愈来愈多的福音……。