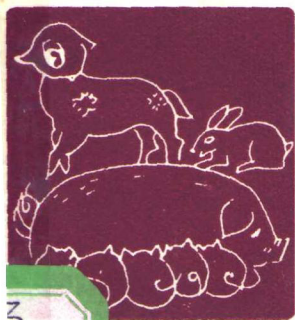




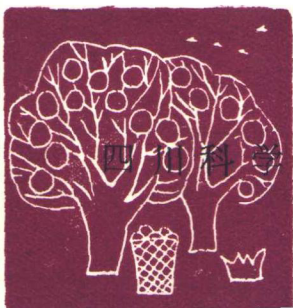
高赖氨酸玉米的 营养价值 and 栽培技术



农村多种经营



技术丛书



四川科学技术出版社



农村多种经营技术丛书

高赖氨酸玉米的营养 价值和栽培技术

谢星源 段光辉 陈婉秋 合 编

(四川省农业科学院作物所)

责任编辑：何 光
封面设计：邱云松
版面设计：李蓉君

农村多种经营技术丛书
**高赖氨酸玉米的营养
价值和栽培技术**
谢星源 段光辉 陈婉秋 合编

出版：四川科学技术出版社
印刷：成都前进印刷厂
发行：四川省新华书店
开本：787×1092 毫米 1/32
印张：1.875
字数：34千
印数：1—3,000
版次：1987年1月 第一版
印次：1987年1月 第一次印刷
书号：16298·216
定价：0.40 元

前 言

我国农村推行生产责任制后，促进了农业生产的发展。为适应农村经济专业化、商品化、现代化发展的需要，迫切要求改进粮食的品质和提高粮食产量。

玉米是我国和我省的重要粮食作物之一，栽培面积仅次于水稻和小麦，居第三位。发展玉米生产，对提高粮食产量和发展畜牧业，具有重大的意义。普通玉米籽粒蛋白质中赖氨酸的含量较低，一般全籽粒的含量仅为0.25%左右。而赖氨酸是人体和单胃动物自身不能合成，必须靠食物供给的必不可少的十大氨基酸之一。因此，从营养观点来看，普通玉米籽粒蛋白质的品质是比较低劣的。

近年来，我国农业科研工作者培育出的高赖氨酸玉米杂交种，籽粒内赖氨酸含量比普通玉米高1倍左右。用于养猪，日增重比普通玉米喂养的高50%左右，可缩短育肥时间，节约饲料20%左右，效果十分显著。各地试种，籽粒产量与当地推广的杂交种接近。例如：四川省新都县1984年试种9.26亩，平均亩产401公斤；1985年三台县试种200亩，平均亩产337.5公斤，与当地普通玉米产量相近。目前，南充、绵阳、乐山等地纷纷要求大面积种植。

根据各地要求，本文收集了国内外有关高赖氨酸玉米的资料和我省试种的经验，简要介绍高赖氨酸玉米的营养价值、生理生化特点、发展前景、品种和亲本特性、栽培技术、

主要病害及其防治方法，供广大农业技术人员、农业领导干部和农村在推广应用高赖氨酸玉米时参考。

高赖氨酸玉米的试种推广，是我国农业科研和生产领域中的一件新事物，但由于种植时间短，经验不多，书中所述的内容，还需要在今后的生产实践中不断积累资料、不断修正、不断充实提高。

本书病害部分承蒙四川省农科院植保所张成婉副研究员审阅、修改、补充，特此致谢。

编 者

1985年9月于成都

目 录

概 述

一、高赖氨酸玉米的营养价值

- (一) 什么叫高赖氨酸玉米..... 4
- (二) 高赖氨酸玉米的食用价值..... 5
- (三) 高赖氨酸玉米的饲用价值..... 7

二、高赖氨酸玉米的发展前景

- (一) 高赖氨酸玉米的产量水平..... 9
- (二) 高赖氨酸玉米的经济效益.....14
- (三) 高赖氨酸玉米的发展前景.....15

三、高赖氨酸玉米的生理生化特点

- (一) 籽粒蛋白质的品质.....17
- (二) 灌浆过程的特点.....20
- (三) 籽粒性状.....25

四、高赖氨酸玉米品种及亲本特征

- (一) 高赖氨酸玉米品种的类型.....32
- (二) 几个较好的高赖氨酸玉米品种性状简介.....33
- (三) 高赖氨酸杂交玉米亲本介绍.....36

五、高赖氨酸玉米的栽培技术

- (一) 选好隔离区.....41
- (二) 春播全苗.....42
- (三) 合理密植.....44

(四) 加强田间管理.....45

(五) 收晒好, 贮藏好.....47

六、高赖氨酸玉米的主要病害及防治方法

(一) 玉米纹枯病.....47

(二) 玉米黑粉病.....48

(三) 玉米穗腐病.....49

(四) 玉米果穗霉病.....49

(五) 玉米穗粒干腐病.....50

概 述

玉米原产美洲，在植物学分类上属于禾本科玉米族玉米属，是玉米属中仅有的一个种，产量高，用途广，具有许多重要的经济特性。玉米是我国人民的主要粮食作物之一，也是发展畜牧业的良好饲料，具有“饲料之王”的称号。

玉米籽粒的蛋白质含量一般在9~11%之间，比小麦(11~14%)为低，比水稻(7~9%)为高，但蛋白质中赖氨酸的含量却比稻米和小麦均低。根据1970年联合国粮农组织的分析，常见食品中赖氨酸的含量(见表1)，每100克蛋白质中大麦为0.406克、小麦为0.374克、稻米为0.349克，而玉米仅为0.254克。因此，改进蛋白质的品质，增加赖氨酸含量，是玉米育种工作者研究的重要课题。

表 1 常见食品中赖氨酸含量 (克/100克蛋白质)

品 名	赖氨酸含量(克/100克蛋白质)
大 麦	0.406
小 麦	0.374
玉 米	0.254
稻 米	0.349
花 生	1.410
马 铃 薯	0.096

(资料来源：1970年联合国粮农组织生产年鉴)

玉米籽粒在植物学上称为颖果，由果皮、种皮、胚乳、胚、根冠五个部分组成。果皮很薄，无色透明，所占比重很小。根据白德文 (A. R. Batdwin) 和史叶可夫斯基 (M. S. Snigowsri) 的分析，籽粒中胚乳最大，占籽粒的 81.9%，其次是胚占 11%，果皮、种皮占 5.3%，根冠占 0.8%。而淀粉则以胚乳最多，为 86.4% (见表 2)。

表 2 玉米籽粒各部分比重及组成成分 (%)

籽粒部分	占籽粒%	灰分	蛋白质	脂肪	糖分	淀粉
胚 乳	81.9	0.31	9.4	0.8	0.64	86.4
胚	11.9	10.10	18.8	34.5	10.81	8.2
果皮、种皮	5.3	0.84	3.7	1.0	0.34	7.3
根 冠	0.8	1.59	9.1	3.8	1.61	5.3

玉米的籽粒蛋白质分为两大类：一类为原生蛋白，主要集中于胚中；另一类为贮藏蛋白，则集中于胚乳。由于胚乳占籽粒的 80% 以上，所以籽粒蛋白绝大部分是贮藏蛋白。籽粒蛋白质成分中，以醇溶蛋白 (又称胶蛋白) 含量最多，占 50% 以上，其次是谷蛋白占 35% 以上，其余的白蛋白、球蛋白和硬蛋白各占 5% 以下。谷蛋白含有较大比例的必需氨基酸，其中赖氨酸含量为 2.5~5%。醇溶蛋白中的必需氨基酸含量甚少，只含 0.2% 的赖氨酸。胚乳中醇溶蛋白占 43.8%，谷蛋白仅占 28%。胚中则以谷蛋白为主要成分，占 54%，醇溶蛋白仅占 5.7%。因此，提高玉米胚乳中谷蛋白的比例，降低醇溶蛋白的成分，对改进玉米营养品质具有重要意义。

本世纪六十年代初,美国麦茨(MERTZ,1964)等人研究证明,“奥帕克—2”(Opaque—2)玉米种质,具有增加玉米籽粒胚乳中赖氨酸含量的作用,使玉米营养价值大大提高。世界不少国家的农业科研机构都用它培育高赖氨酸玉米,在一些国家栽培这种玉米,用作改良儿童营养的食品和养猪、养禽的饲料,均取得显著效益。

我国七十年代初开始进行高赖氨酸玉米的育种工作,近年来已选育出了一批高赖氨酸玉米杂交种,各地试种表现品质好、产量较高,用于喂猪经济效益非常明显,新疆用其防治人体癞皮病,疗效十分显著,北京用作仿膳食品,得到各方好评,

我省引进中国农科院作物所“中单206/O₂”在川中偏北浅丘一带,用比“中单二号”增密20%为主的栽培方法,连续示范种植三年,年年获得丰收,今年示范的15000亩表现更好。三台县灵兴乡全部5432亩玉米地,都种“中单206”平均亩产323.5公斤,比85年(“中单二号”为主)增产6.94%。全乡有1122亩超500公斤,有22.7亩高达561.8公斤。1987年全省将种植10万亩左右。

以上这些,展示了高赖氨酸玉米发展的广阔前景。

一、高赖氨酸玉米的营养价值

(一) 什么叫高赖氨酸玉米

高赖氨酸玉米又称高营养玉米，它的籽粒蛋白质中赖氨酸和色氨酸的含量比普通玉米高百分之七十至一倍以上。

玉米籽粒蛋白质，按其溶解性质的不同，分为四种组分：即水溶性的白蛋白、溶于稀盐液的球蛋白、溶于微碱的谷蛋白和溶于70%酒精的醇溶蛋白（又称胶蛋白）。另外还有少量不溶于液体的硬蛋白。普通玉米籽粒蛋白质中醇溶蛋白占50~60%，因这种蛋白质含极少的赖氨酸和色氨酸，从而导致了全籽粒蛋白质中这两种氨基酸含量降低。高赖氨酸玉米由于导入了一种叫做“奥帕克-2”的玉米种质（简称为 O_2 ），改变了籽粒胚乳中各类蛋白质的比例，醇溶蛋白减少，非醇溶的谷蛋白、白蛋白和球蛋白的成分增加，因而，籽粒中赖氨酸和色氨酸的含量比普通玉米提高。

蛋白质由氨基酸组成。从对人或动物的营养价值来看，氨基酸可分为两大类：一类可由体内转化合成，一般不易缺乏，称为非必需的氨基酸；另一类体内不能转化合成，必需从食物或饲料中获得，机体内容易缺乏，称为必需氨基酸。赖氨酸和色氨酸就是人和一般单胃动物的一种必需氨基酸。赖氨酸和色氨酸在玉米籽粒蛋白质中，按4:1的比例存在，即赖氨酸的含量为4时，色氨酸的含量为1，因此赖氨酸的含量高，色氨酸含量也相对的高，赖氨酸低，色氨酸也低。若食物中或饲料里赖氨酸和色氨酸含量低，其他多余的氨基酸就无法参与蛋白质的合成，而从尿中排走，或只能做为能

源供应人与动物体的热能而被消耗掉。高赖氨酸玉米由于赖氨酸和色氨酸的含量比普通玉米至少高70%以上，从而提高了其他氨基酸的利用效率，使玉米籽粒蛋白质的消化率、净蛋白利用率、生物价均比普通玉米显著提高，因而这种玉米的营养价值也就大为提高。

（二）高赖氨酸玉米的食用价值

高赖氨酸玉米具有改善人体营养的作用。据研究，高赖氨酸玉米籽粒蛋白质90%能为人体所利用。哥伦比亚热带农业中心的普莱德拉和弗南塞斯，瓦莱大学小儿科学系的尼勒斯，以及美国密西根大学作物与土壤系的哈普替德等人，曾用高赖氨酸玉米和普通玉米对患严重营养不良症的儿童进行治疗对比试验。表现水肿、毛发变脆变白、腹泻等严重营养不良症状的儿童，食用高赖氨酸玉米后，都恢复了健康。他们用高赖氨酸玉米与普通玉米进行的生物试验结果表明，消化率、生物价、净蛋白利用均比普通玉米高。消化率：高赖氨酸玉米为95%，而普通玉米仅为66.0~76.9%；生物价（即被吸收的蛋白质中能构成的体蛋白的数字）：高赖氨酸玉米为76.5~80.0%，普通玉米仅为17.2~20.9%；净蛋白利用：高赖氨酸玉米为61.6~86.0%，普通玉米仅为11.3~16.1%。上述三项指标表明高赖氨酸玉米蛋白质的品质与干酪接近（见表3）。另外，一些研究证明：高赖氨酸玉米的营养价值相当于脱脂牛奶的85~95%。德拉达在印度对25名18~20个月的儿童用高赖氨酸玉米作试验，证明其营养价值与脱脂奶粉相当。他们认为对18~24个月的幼儿，每天按每公斤体重给予9.7克高赖氨酸玉米粉作食品，就足够维持其生长发育的需要。而对成人，每天给以高赖氨酸玉米粉300

克，就可以维持体内氮素的平衡。如给普通玉米则需600克，但是这个数量是一般人不能消化吸收的。

表 3 高赖氨酸玉米与普通玉米的生物学试验

蛋白质摄取情况	高赖氨酸玉米		普通玉米		干酪
	H208/O ₂	H255/O ₂	H207	H253	
非必须氮	0.077				
蛋白质氮	0.227	0.160	0.225	0.200	0.150
消化率	95.0	95.0	76.9	66.0	98.0
生物价	76.5	80.0	20.9	17.2	85.0
净蛋白利用	61.6	86.0	16.1	11.3	83.0
剩 余	0.140	0.120	0.030	0.023	0.130

新疆的南疆，部分农民以玉米为主食，但缺乏豆类 and 新鲜蔬菜佐食，人们常易患癞皮病，重者痴呆死亡。自治区卫生防疫站和中国医学科学院、北京农业大学、新疆农垦科学院合作，进行癞皮病预防试验，在生活水平相似条件下，食用高赖氨酸玉米“农大101”的生产队共421人，在100天实验期间无1人发病；而对照队共162人，食用普通玉米，试验期间出现3名癞皮病患者，发病率为1.86%，说明高赖氨酸玉米还具有预防癞皮病的独特功能。

高赖氨酸玉米不仅营养价值高，而且适口性好，做嫩玉米煮食较普通玉米滋润、甜嫩，较甜玉米皮薄、高产、采摘期长，市场经济价值高。

(三) 高赖氨酸玉米的饲用价值

美国普杜 (Purdue) 大学贝逊 (Beeson) 和皮克特 (Pickett) 1966 年报道, 用高赖氨酸玉米饲养断奶猪, 20 天后体重由开始时的 13.8 公斤增加到 25.8 公斤, 净增 12 公斤, 用普通玉米喂养的猪在同期内体重由 14 公斤增加到 17.3 公斤, 净增 3.3 公斤, 二者日增重相差 3.6 倍。以后又用高赖氨酸玉米作为蛋白质和能量的唯一来源进行试验, 其体重增加每天为 0.26 公斤, 而普通玉米饲养的日增重为 0.06 公斤。高赖氨酸玉米喂猪比普通玉米喂养的猪增重快 4.3 倍。用于催肥猪、妊娠猪和哺乳猪的饲养试验, 也证明高赖氨酸玉米比普通玉米的营养价值高。巴西、哥伦比亚、苏联的研究也获得相似结果。

中国农科院作物所与北京市通县农业局、畜牧局合作, 1981 年秋, 选用 95 日龄的“内北”一代杂交猪进行高赖氨酸玉米养猪试验, 在粗蛋白水平 9 % 的条件下, 高赖氨酸玉米组平均日增重 0.5 公斤, 普通玉米组平均日增重仅 0.22 公斤, 前者饲养比后者生长快 1.27 倍, 体重每增加 1.0 公斤可节省饲料 2.13 公斤, 其效果大致相当于普通玉米加 10 % 豆饼, 即粗蛋白水平 12 % 的喂养结果。1982 年宁夏暖泉国营农场用 20 ~ 50 公斤的“内黑”杂交一代猪进行试验, 高赖氨酸玉米比普通玉米喂养的日增重多 152 克, 提高 50 %, 每增加 1 公斤体重可节省饲料 1.32 公斤。1984 ~ 1985 年新疆农垦科学院农业所在新疆建设兵团农八师 121 团进行养猪试验, 玉米在饲料配方中所占的比例, 1984 年为 68.5 %, 1985 年为 65.5 %, 粗蛋白质水平为 14.16 % 和 14.1 %, 两年试验结果: 日增重, 高赖氨酸玉米组为 629 克和 536 克, 分别比普通玉米组提高 9 % 和 36 %; 增重率, 高赖氨酸玉米组比普通玉米组快 28 %

和26%；每公斤活重实际消耗的混合饲料，1984年高赖氨酸玉米组为4.32公斤，普通玉米组为4.99公斤，即高赖氨酸玉米组比普通玉米组饲料消耗下降16%，每增加1公斤活重，节省饲料0.67公斤。1985年实际消耗饲料，活重每增长1公斤，高赖氨酸玉米组为4.12公斤，普通玉米组为4.83公斤，即高赖氨酸玉米组比普通玉米组每增加1公斤活体重，可节省饲料0.71公斤，若育肥至90公斤，则可省料95.44公斤。湖南省农科院作物所与畜牧所合作，用高赖氨酸玉米喂二元杂交猪，日增重比普通玉米组多66~70克，日增重高12.62~14.0%，每增重1公斤，少消耗饲料0.24~0.43公斤，降低饲料费0.077~0.123元，缩短育肥期10~15天，同时提高了肉的质量，比喂稻谷的日增重高25.2%。

四川省农科院科技处、作物所与省畜牧所合作，于1984年11月至1985年3月，选用“长×成”杂交一代猪49头，分为7组，每组7头，进行120天的饲养试验，以评定高赖氨酸玉米喂猪的饲用价值。当饲粮粗蛋白质水平约为11%，玉米占饲粮的88%，组成饲粮的其他饲料比例完全相同时，用高赖氨酸玉米比用普通玉米喂猪日增重提高52.62%，方差分析差异极显著；料肉比，高赖氨酸玉米组为3.631，普通玉米组为4.399；高赖氨酸玉米组，每增长100公斤体重，少耗饲料76.8公斤，屠宰率高2.67%，胴体瘦肉率高2.88%，相当于粗蛋白质水平为14%，消化能、钙、磷水平相等的普通玉米饲粮喂猪的效果。

用高赖氨酸玉米喂鸡，国外报道的资料不多，结果也不尽一致。苏联哈尔科夫农场1971年用高赖氨酸玉米喂鸡，平均产蛋率提高14%，但安格诺娃用高赖氨酸玉米喂1~56天

的稷，未见明显效果。新疆农科院1981年春进行高赖氨酸玉米养小鸡试验，效果明显。在养鸡场自由饲养条件下，高赖氨酸玉米喂养的“来杭”鸡体重比普通玉米喂养的增重60.2%， “芦花”鸡增重68.9%，两组试验一致，北京通县用高赖氨酸玉米喂蛋鸡，产蛋量（重量）比喂普通玉米的高30%。内蒙昭盟地区农科所用高赖氨酸玉米养兔，日增重比普通玉米高37%。

从上述试验结果可以看出：高赖氨酸玉米养猪与普通玉米相比，具有促进猪多吃快长、饲料转化效率较高、猪胴体品质较好的特点，育肥效果非常显著。而对于反刍动物如牛、羊等以及单胃动物的马，据一些研究结果证明，效果不明显，原因是这些反刍动物的第一胃和马的结肠中存在着一种微生物区系，它能够从缺乏赖氨酸的蛋白质中合成赖氨酸。喂养蛋鸡的效果，尚待进一步研究，得出结论。

二、高赖氨酸玉米的发展前景

（一）高赖氨酸玉米的产量水平

过去，由于粉质高赖氨酸玉米籽粒产量低和霉穗等问题，限制了它在生产上的发展，同时，在重产量、不重营养品质的习惯势力影响下，人们很容易忽视高赖氨酸玉米的真正价值和利用前途。现在这些问题通过育种手段逐步得到解决，使高赖氨酸玉米的抗性、生产力大为提高，产量接近同型普通玉米水平，有的组合在一些地方试种，产量还超过了对照种。并且，配合适当的栽培技术，还可减轻穗粒腐病、纹枯病的危害，进一步发挥高赖氨酸玉米的生产潜力。

表 4 引进的高赖氨酸玉米的产量比较 (广西1983年)

品 种 名 称	胚 乳 质 地	千粒重 (克)	亩 产 (公斤 /亩)	比对照种 增(+)减 (-) %	位 次
Tuxpenol.Q.P.M	硬 质	262.2	310.88	+7.04	1
Temperate White Q.P.M	硬 质	228.87	259.065	-10.8	4
Pool-33Q.P.M	硬 质	231.27	234.52	+19.25	5
Across 7741Q.P.M	硬 质	223.83	265.885	-8.45	3
墨白一号(CK)	/	287.56	290.425	/	2

1983年我国从墨西哥国际玉米、小麦改良中心引进硬质胚乳高赖氨酸玉米群体(见表4)，“墨白102”(Tuxpeno I.Q.P.M)、“适度白”(Temperate White Q.P.M)、“普耳—33”(Pool-33 Q. P. M)、“阿克若斯 7741”(Across7741Q.P.M)在广西试种,以“墨白102”表现最好,亩产310.88公斤,比对照种普通玉米“墨白1号”亩产290.425公斤,增产7.04%。1984年在该省南宁、扶绥、都安、东兰、凤山、平果、武鸣等县多点示范3500亩,表现比本地玉米增产,其中武鸣县锣钉乡春播50亩,亩产230~258.5公斤,比当地“白马牙”,每亩增产66.5~95公斤。但“墨白102”群体整齐度差,有畸形苞出现,广西玉米所对此正在进行改良,已初见成效。1984年该所又从中心引进“EVT 15B”和“EVT 12”两组高赖氨酸玉米群体,选出“拉蒲拉芬拉 7941”(Lapiafina7941)、“阿克若斯”(Across7941/R.E)及“阿克若斯 8145”(Across8145),