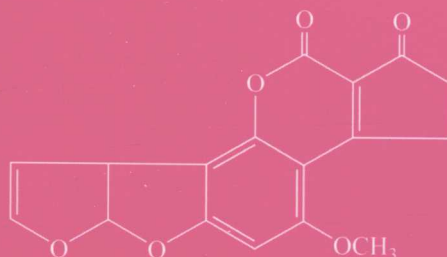
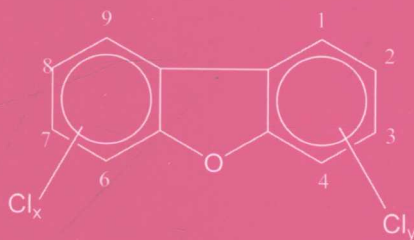
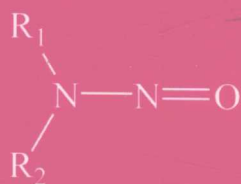


SCIENCE ON
AGRICULTURAL PRODUCT
QUALITY

农产品品质学

第三卷

郑金贵 编著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

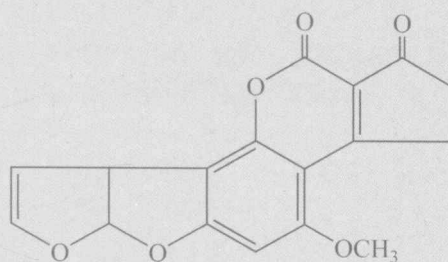
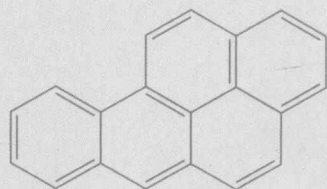
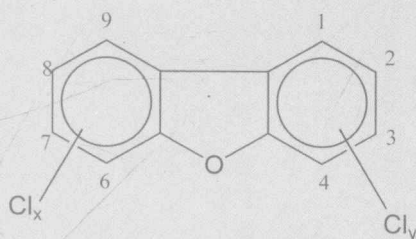
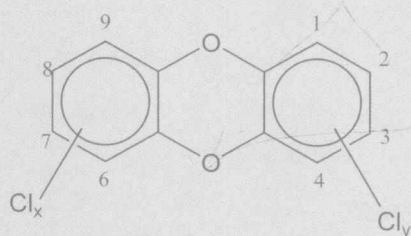
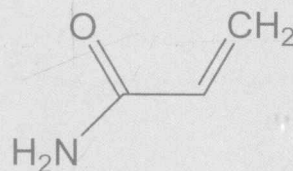
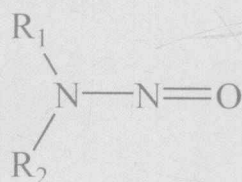
国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

SCIENCE ON
AGRICULTURAL PRODUCT
QUALITY

农产品品质学

第三卷

郑金贵 编著



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

农产品品质学. 第3卷/郑金贵编著. —厦门:厦门大学出版社, 2015.8

ISBN 978-7-5615-5703-7

I. ①农… II. ①郑… III. ①农产品-品质-研究 IV. ①S331

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 188105 号

官方合作网络销售商:



厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总 编 办 电 话:0592-2182177 传 真:0592-2181406

营销中心电话:0592-2184458 传 真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup @ xmupress.com

厦门集大印刷厂印刷

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

开本:880 × 1230 1/16 印张:27.5 插页:3

字数:860 千字

定价:96.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

前言

《农产品品质学》第三卷主题是“卫生品质”，分三章，第一章共十五节，分别介绍农产品的卫生品质(农产品中有毒有害物质)，也就是农产品中本身含有的有毒有害物质(生产农产品的动植物的遗传特性)或在生产过程中采用不正确的栽培技术、饲养技术和加工技术等导致农产品本身含有有毒有害物质，同时还介绍了相应的防控措施。

第二章介绍农产品中各种有毒有害物质的测定方法。

第三章介绍一百四十二种食用农产品中允许的农药最大残留限量。

本书是国家科技支撑计划课题五“地方特色作物种质资源发掘与创新利用”(项目编号:2013BAD01B05)、福建农林大学科技创新平台建设项目“农业部依托福建农林大学设立的海峡两岸农业技术合作中心”(项目编号:PTJH13001)、福建农林大学重点项目建设专项“福建省高校农业生物技术重点实验室”(项目编号:6112C1900)、福建农林大学科技创新平台建设项目“福建省特种作物育种与利用工程技术研究中心”(项目编号:PTJH12015)、农业部海峡两岸农业合作项目“台湾优质农产品技术的培训、示范与推广”(项目编号:NYB201001)与“两岸农产品贸易突破路径”(项目编号:农财发[2014]80号)的研究内容、研究成果,并得到以上项目资助!

参加本卷农产品品质相关内容的研究,以各种形式协助本卷编写的研究人员和研究生有:檀云坤、黄华康、林伯德、吴贤德、刘友洪、陈论生、翁定河、林光美、陈红、郭宋玉、林冬梅、范水生、杜微、杨金发、林荔辉、夏法刚、高文霞、金永淑、陈源、许明、程祖铎、杨志坚、吴仁烨、陈团生、黄昕颖、林梅桂、廖素凤、林世强、曹晓华、陈学文、刘江洪、余亚白、郑慧明、康延东、郑友义、郑惠永、郑回勇、林长光、王松良、董秀云、翁国华、何海华、王龙平、苏登、修如燕、程立立、陈旭、赵帅、赵普、林文磊、肖长春、王诗文、张玉文、伊恒杰、郑东明、沈旭斌、刘玮祥、洪惠淑、郭锦燕、蒋孝艳、危也宁、吴苍炜、陈凌华、黄艺宁、陈锦权、林锦彬、粘磊石、温昌铃、高德星、高文克、李意、黄彦艳、孙淑静、邓倩琳、李静、李文萍、蔡焕焕,在此一并表示感谢!特别感谢曹晓华全程协助收集了很多资料,做了大量的、细致的、繁杂的编辑、组织协调、打字和校对等工作。

《农产品品质学》一、二、三卷的出版特别要感谢厦门大学出版社陈进才同志的支持、帮助!

本书引用了很多国内外的文献资料,在此对作者们表示衷心的感谢。

农产品品质学涉及多学科多专业知识,限于笔者水平,有误之处敬请指正。

编著者

2015年7月

目 录

第一章 农产品的卫生品质(农产品中有毒有害物质).....	(1)
第一节 农产品卫生品质概述.....	(1)
一、生物体内的天然有毒有害物质	(1)
二、化学污染	(1)
三、微生物污染	(2)
第二节 含有毒有害物质的农产品.....	(2)
一、含氰甙的农产品	(2)
二、含龙葵素的农产品	(3)
三、含秋水仙碱的农产品	(4)
四、含蓖麻毒素的农产品	(5)
五、含皂素的农产品	(5)
六、含血球凝集素的农产品	(6)
七、含硫胺素酶的农产品	(6)
八、含脂肪氧化酶的农产品	(6)
九、含有害氨基酸及其衍生物的农产品	(6)
十、含棉酚的农产品	(7)
十一、含黄樟素的农产品	(7)
十二、含银杏酸和银杏二酚的农产品	(8)
十三、含卟啉的农产品	(9)
十四、含 ODAP 毒素的农产品	(9)
十五、含毒素的蕈类产品.....	(10)
十六、含过敏源的农产品.....	(13)
十七、含芥子苷的农产品.....	(17)
十八、含血管活性胺的农产品.....	(18)
十九、含组胺的水产品.....	(18)
二十、含河豚毒素的水产品.....	(19)
二十一、含贝类毒素的水产品.....	(20)
二十二、含 5- α -鲤醇的水产品	(24)
二十三、含西加鱼毒的水产品.....	(25)
二十四、含芋螺毒素的水产品.....	(26)
二十五、含 BMAA 神经毒素的水产品	(26)
二十六、含蓝藻毒素的水产品和畜产品.....	(27)
二十七、含甲状腺激素的畜产品.....	(27)
二十八、含肾上腺皮质激素的畜产品.....	(28)
二十九、有些部位含有毒素的水产品.....	(29)
三十、过量食用会引起中毒的水产品和畜产品.....	(29)
第三节 农产品含有的抗营养因子	(30)
一、植酸.....	(30)
二、鞣酸.....	(31)

三、草酸·····	(32)
四、胰蛋白酶抑制剂·····	(33)
第四节 农产品的农药残留·····	(33)
一、概述·····	(34)
二、农产品中常见农药的残留及其对人体的危害·····	(37)
三、控制农产品中农药残留的措施·····	(42)
四、农产品中残留农药的降解方法·····	(44)
第五节 蔬菜硝酸盐累积及其对人体的危害与防控措施·····	(47)
一、蔬菜硝酸盐及其对人体的危害·····	(47)
二、影响蔬菜硝酸盐累积的因素·····	(51)
三、综合防控措施·····	(61)
第六节 农产品的重金属污染·····	(69)
一、农产品的镉污染·····	(70)
二、农产品的汞污染·····	(75)
三、农产品的铅污染·····	(79)
四、农产品的砷污染·····	(83)
第七节 畜禽产品的兽药残留及其对人体的危害和防控措施·····	(87)
一、概述·····	(87)
二、兽药残留对人体的危害和防控措施·····	(90)
第八节 水产品的渔药残留及其对人体的危害和防控措施·····	(92)
一、概述·····	(92)
二、渔药残留对人体的危害及其防控措施·····	(96)
第九节 水产品的甲醛污染及其对人体的危害与防控措施·····	(97)
一、概述·····	(97)
二、水产品的甲醛污染对人体的危害及其防控措施·····	(101)
第十节 农产品的二噁英类化合物污染及其对人体的危害与防控措施·····	(102)
一、概述·····	(102)
二、二噁英类化合物对人体的危害与防控措施·····	(104)
第十一节 食用农产品的苯并芘污染及其对人体的危害与防控措施·····	(105)
一、概述·····	(106)
二、苯并芘对人体的危害与防控措施·····	(107)
第十二节 食用农产品的杂环胺类化合物污染及其对人体的危害与防控措施·····	(108)
一、概述·····	(108)
二、杂环胺类化合物对人体的危害与防控措施·····	(112)
第十三节 食用农产品的丙烯酰胺污染及其对人体的危害与防控措施·····	(113)
一、概述·····	(113)
二、丙烯酰胺对人体的危害与防控措施·····	(114)
第十四节 氯丙醇污染及其对人体的危害与防控措施·····	(115)
一、概述·····	(115)
二、氯丙醇对人体的危害与防控措施·····	(116)
第十五节 易受真菌毒素污染的农产品及其危害与预防措施·····	(117)
一、易受黄曲霉毒素污染的农产品及其危害与预防措施·····	(117)
二、易受赭曲霉毒素污染的农产品及其危害与预防措施·····	(120)
三、易受杂色曲霉毒素污染的农产品及其危害与预防措施·····	(121)
四、易受镰孢菌毒素污染的农产品及其危害与预防措施·····	(122)

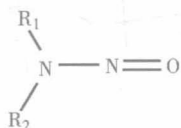
五、易受青霉及其毒素污染的农产品及其危害与预防措施	(128)
六、易受麦角毒素污染的农产品及其危害与预防措施	(132)
七、易受交链孢霉毒素污染的农产品及其危害与预防措施	(133)
八、易受 3-硝基丙酸污染的农产品及其危害与预防措施	(134)
本章参考文献	(135)
第二章 农产品中 toxic 有害物质的测定方法	(145)
第一节 农产品中天然有毒有害物质的测定	(145)
一、农产品中蓖麻毒素的测定	(145)
二、农产品中游离棉酚的测定	(147)
三、水产品中河豚毒素的测定	(149)
五、贝类中腹泻性贝类毒素的测定	(161)
六、贝类中神经性贝类毒素的测定	(164)
七、贝类中失忆性贝类毒素的测定	(167)
八、水产品中微囊藻毒素的测定	(172)
第二节 农产品中抗营养因子的测定	(174)
一、农产品中植酸的测定	(174)
二、农产品中鞣酸的测定	(176)
三、农产品中胰蛋白酶抑制剂活性的测定	(177)
第三节 农产品中农药残留量的测定	(181)
一、农产品中有机磷农药残留量的测定	(181)
二、农产品中有机氯农药和拟除虫菊酯农药残留量的测定	(185)
三、农产品中氨基甲酸酯类农药残留量的测定	(196)
第四节 农产品中兽药残留量的测定	(200)
一、动物性农产品中青霉素类兽药残留量的测定	(200)
二、动物性农产品中磺胺类兽药残留量的测定	(204)
三、动物性农产品中四环素类兽药残留量的测定	(209)
四、动物性农产品中喹诺酮类兽药残留量的测定	(213)
五、动物性农产品中盐酸克伦特罗兽药残留量的测定	(217)
第五节 农产品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定	(219)
第六节 农产品中有害金属的测定	(225)
一、农产品中镉的测定	(225)
二、农产品中总汞及有机汞的测定	(233)
三、农产品中铅的测定	(245)
四、农产品中总砷及无机砷的测定	(254)
第七节 农产品中有机污染物的测定	(266)
一、水产品中甲醛的测定	(266)
二、农产品中 N-亚硝基化合物的测定	(270)
三、农产品中二噁英及其类似物毒性当量的测定	(275)
四、农产品中苯并芘的测定	(290)
五、农产品中杂环胺类化合物的测定	(294)
六、农产品中丙烯酰胺的测定	(295)
七、农产品中氯丙醇的测定	(301)
第八节 农产品中真菌毒素的测定	(307)
一、农产品中黄曲霉毒素的测定	(307)
二、农产品中赭曲霉毒素 A 的测定	(312)

三、农产品中杂色曲霉素的测定	(321)
四、农产品中 T-2 毒素的测定	(323)
五、农产品中脱氧雪腐镰刀菌烯醇的测定	(328)
六、农产品中玉米赤霉烯酮的测定	(330)
七、农产品中伏马毒素的测定	(332)
八、农产品中展青霉素的测定	(336)
本章参考文献	(341)
第三章 食用农产品中允许的农药最大残留限量	(343)
一、稻谷中允许的农药最大残留限量	(346)
二、小麦中允许的农药最大残留限量	(346)
三、大麦中允许的农药最大残留限量	(347)
四、燕麦中允许的农药最大残留限量	(348)
五、黑麦中允许的农药最大残留限量	(348)
六、小黑麦中允许的农药最大残留限量	(349)
七、玉米中允许的农药最大残留限量	(349)
八、高粱中允许的农药最大残留限量	(350)
九、粟中允许的农药最大残留限量	(350)
十、薏仁、荞麦中允许的农药最大残留限量	(351)
十一、绿豆中允许的农药最大残留限量	(351)
十二、豌豆中允许的农药最大残留限量	(351)
十三、赤豆中允许的农药最大残留限量	(352)
十四、小扁豆中允许的农药最大残留限量	(352)
十五、鹰嘴豆中允许的农药最大残留限量	(353)
十六、小型油籽类中允许的农药最大残留限量	(353)
十七、大型油籽类大豆中允许的农药最大残留限量	(354)
十八、大型油籽类花生仁中允许的农药最大残留限量	(354)
十九、大型油籽类葵花籽中允许的农药最大残留限量	(355)
二十、大蒜中允许的农药最大残留限量	(355)
二十一、洋葱中允许的农药最大残留限量	(356)
二十二、薤、青蒜中允许的农药最大残留限量	(356)
二十三、韭菜中允许的农药最大残留限量	(357)
二十四、葱中允许的农药最大残留限量	(357)
二十五、蒜薹中允许的农药最大残留限量	(358)
二十六、韭葱中允许的农药最大残留限量	(358)
二十七、百合中允许的农药最大残留限量	(359)
二十八、结球甘蓝中允许的农药最大残留限量	(359)
二十九、球茎甘蓝中允许的农药最大残留限量	(360)
三十、抱子甘蓝中允许的农药最大残留限量	(360)
三十一、赤球甘蓝中允许的农药最大残留限量	(361)
三十二、羽衣甘蓝中允许的农药最大残留限量	(361)
三十三、花椰菜中允许的农药最大残留限量	(362)
三十四、青花菜中允许的农药最大残留限量	(363)
三十五、芥蓝中允许的农药最大残留限量	(363)
三十六、菜薹中允许的农药最大残留限量	(364)
三十七、茎芥菜中允许的农药最大残留限量	(364)

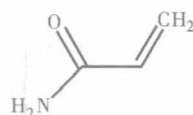
三十八、菠菜中允许的农药最大残留限量	(365)
三十九、普通白菜中允许的农药最大残留限量	(365)
四十、叶用莴苣中允许的农药最大残留限量	(366)
四十一、结球莴苣中允许的农药最大残留限量	(366)
四十二、野苣中允许的农药最大残留限量	(367)
四十三、叶芥菜中允许的农药最大残留限量	(368)
四十四、萝卜叶中允许的农药最大残留限量	(368)
四十五、芜菁叶中允许的农药最大残留限量	(369)
四十六、菊苣中允许的农药最大残留限量	(369)
四十七、芹菜中允许的农药最大残留限量	(370)
四十八、球茎茴香中允许的农药最大残留限量	(370)
四十九、小茴香中允许的农药最大残留限量	(371)
五十、大白菜中允许的农药最大残留限量	(371)
五十一、番茄中允许的农药最大残留限量	(372)
五十二、樱桃番茄中允许的农药最大残留限量	(373)
五十三、茄子中允许的农药最大残留限量	(373)
五十四、辣椒中允许的农药最大残留限量	(374)
五十五、甜椒中允许的农药最大残留限量	(375)
五十六、黄秋葵中允许的农药最大残留限量	(375)
五十七、黄瓜中允许的农药最大残留限量	(376)
五十八、西葫芦中允许的农药最大残留限量	(377)
五十九、节瓜中允许的农药最大残留限量	(377)
六十、丝瓜中允许的农药最大残留限量	(378)
六十一、冬瓜中允许的农药最大残留限量	(378)
六十二、南瓜中允许的农药最大残留限量	(379)
六十三、笋瓜中允许的农药最大残留限量	(380)
六十四、豇豆中允许的农药最大残留限量	(380)
六十五、菜豆中允许的农药最大残留限量	(381)
六十六、食荚豌豆中允许的农药最大残留限量	(381)
六十七、扁豆中允许的农药最大残留限量	(382)
六十八、刀豆中允许的农药最大残留限量	(382)
六十九、利马豆中允许的农药最大残留限量	(383)
七十、菜用大豆中允许的农药最大残留限量	(383)
七十一、蚕豆中允许的农药最大残留限量	(384)
七十二、豌豆中允许的农药最大残留限量	(384)
七十三、芦笋中允许的农药最大残留限量	(385)
七十四、萝卜中允许的农药最大残留限量	(385)
七十五、胡萝卜中允许的农药最大残留限量	(386)
七十六、根甜菜中允许的农药最大残留限量	(386)
七十七、根芹菜中允许的农药最大残留限量	(387)
七十八、姜中允许的农药最大残留限量	(387)
七十九、芜菁中允许的农药最大残留限量	(388)
八十、马铃薯中允许的农药最大残留限量	(388)
八十一、甘薯中允许的农药最大残留限量	(389)
八十二、山药中允许的农药最大残留限量	(390)

八十三、木薯中允许的农药最大残留限量	(390)
八十四、水生类蔬菜中允许的农药最大残留限量	(391)
八十五、芽菜类蔬菜中允许的农药最大残留限量	(391)
八十六、玉米笋中允许的农药最大残留限量	(391)
八十七、橙中允许的农药最大残留限量	(392)
八十八、柑橘中允许的农药最大残留限量	(393)
八十九、柠檬中允许的农药最大残留限量	(394)
九十、柚中允许的农药最大残留限量	(394)
九十一、苹果中允许的农药最大残留限量	(395)
九十二、梨中允许的农药最大残留限量	(396)
九十三、枇杷中允许的农药最大残留限量	(397)
九十四、桃中允许的农药最大残留限量	(398)
九十五、油桃中允许的农药最大残留限量	(399)
九十六、杏中允许的农药最大残留限量	(399)
九十七、枣中允许的农药最大残留限量	(400)
九十八、李子中允许的农药最大残留限量	(401)
九十九、樱桃中允许的农药最大残留限量	(401)
一百、黑莓中允许的农药最大残留限量	(402)
一零一、蓝莓中允许的农药最大残留限量	(403)
一零二、越橘中允许的农药最大残留限量	(403)
一零三、加仑子中允许的农药最大残留限量	(404)
一零四、悬钩子中允许的农药最大残留限量	(404)
一零五、醋栗中允许的农药最大残留限量	(405)
一零六、桑葚中允许的农药最大残留限量	(406)
一零七、露莓中允许的农药最大残留限量	(406)
一零八、葡萄中允许的农药最大残留限量	(407)
一零九、猕猴桃中允许的农药最大残留限量	(408)
一一零、西番莲中允许的农药最大残留限量	(408)
一一一、草莓中允许的农药最大残留限量	(409)
一一二、橄榄中允许的农药最大残留限量	(409)
一一三、无花果中允许的农药最大残留限量	(410)
一一四、阳桃中允许的农药最大残留限量	(410)
一一五、荔枝中允许的农药最大残留限量	(411)
一一六、龙眼中允许的农药最大残留限量	(412)
一一七、芒果中允许的农药最大残留限量	(412)
一一八、鳄梨中允许的农药最大残留限量	(413)
一一九、山竹中允许的农药最大残留限量	(413)
一二零、香蕉中允许的农药最大残留限量	(414)
一二一、木瓜中允许的农药最大残留限量	(414)
一二二、菠萝中允许的农药最大残留限量	(415)
一二三、榴梿中允许的农药最大残留限量	(415)
一二四、西瓜中允许的农药最大残留限量	(416)
一二五、甜瓜(哈密瓜除外)栗中允许的农药最大残留限量	(416)
一二六、哈密瓜中允许的农药最大残留限量	(417)
一二七、杏仁中允许的农药最大残留限量	(418)

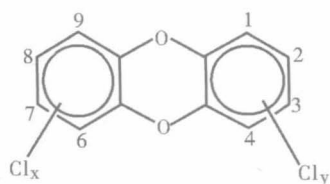
一二八、榛子中允许的农药最大残留限量	(418)
一二九、开心果中允许的农药最大残留限量	(419)
一三零、核桃中允许的农药最大残留限量	(419)
一三一、山核桃中允许的农药最大残留限量	(419)
一三二、甘蔗中允许的农药最大残留限量	(420)
一三三、茶叶中允许的农药最大残留限量	(420)
一三四、鲜蘑菇类(鲜香菇除外)中允许的农药最大残留限量	(420)
一三五、鲜香菇中允许的农药最大残留限量	(421)
一三六、哺乳动物肉类(海洋哺乳动物除外)中允许的农药最大残留限量	(421)
一三七、哺乳动物内脏(海洋哺乳动物除外)中允许的农药最大残留限量	(421)
一三八、禽肉类中允许的农药最大残留限量	(421)
一三九、禽类内脏中允许的农药最大残留限量	(422)
一四零、蛋类中允许的农药最大残留限量	(422)
一四一、生乳中允许的农药最大残留限量	(422)
一四二、水产品中允许的农药最大残留限量	(422)
本章参考文献	(422)
附录 中英文对照术语	(423)
封面说明:	



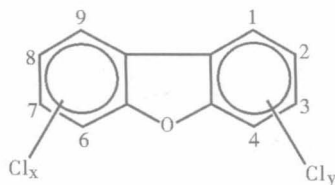
N-亚硝胺的化学结构式, 相关内容见第一章第五节



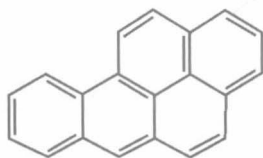
丙烯酰胺的化学结构式, 相关内容见第一章第十三节



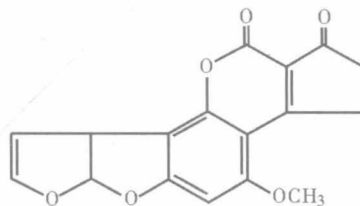
多氯代二苯并二噁英的化学结构式,
相关内容见第一章第十节



多氯代二苯并呋喃的化学结构式,
相关内容见第一章第十节



苯并[a]芘的化学结构式, 相关内容见第一章第十一节



黄曲霉毒素B₁的化学结构式, 相关内容见第一章第十五节

第一章

农产品的卫生品质 (农产品中有毒有害物质)

第一节 农产品卫生品质概述

农产品的卫生品质也是农产品安全性的重要组成部分之一,它是指农产品中对人体健康不利甚至有害、有毒的成分的“有”“无”和“多”“少”。若农产品中有毒有害成分的种类越多,有毒有害成分的含量越高,其卫生品质就越差。

农产品中有毒有害成分的来源主要有三个方面:农产品本身固有的天然有毒物质;化学污染(包括农药残留,硝酸盐、亚硝酸盐和 N-硝基化合物污染,有毒金属污染等);微生物污染(包括细菌与细菌毒素污染、霉菌与霉菌毒素污染、病毒污染等)。此外还有物理性污染(放射性污染等)。

一、生物体内的天然有毒有害物质

比如,木薯中含有氰甙,人体摄入后在胃酸和肠道微生物分解作用下分解为氢氰酸(HCN),氰离子与细胞色素氧化酶的铁离子结合,使呼吸酶失去活性,氧不能被机体组织细胞利用,导致机体组织缺氧而陷入窒息状态。HCN 还损害呼吸中枢神经系统和血管运动中枢,使之先兴奋后抑制与麻痹,最后死亡。动物中的青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)等淡水鱼中的胆汁也含有氰甙。又如马铃薯发芽时含有龙葵素,龙葵素具有刺激人体黏膜、麻痹神经系统和呼吸系统、溶解红细胞等作用。抗营养因子,例如植酸,它会影响矿物质营养元素和蛋白质的吸收,还会抑制多种消化酶的活性,包括蛋白水解酶、淀粉水解酶和脂肪酶,使淀粉、脂肪和维生素的消化与利用受到影响。

二、化学污染

常见的农药残留及其毒性:①有机磷农药,如敌百虫等杀虫剂、稻瘟净等杀菌剂、克线丹等杀线虫剂,有机磷农药属于神经毒剂,主要抑制生物体内胆碱酯酶的活性,部分品种有迟发神经毒作用,慢性中毒主要是神经系统、血液系统和视觉损伤。②氨基甲酸酯类,如西维因、克百威等杀虫剂和禾大壮、丁草特等除草剂,该类残留在弱碱下可与亚硝酸盐生成亚硝胺,有致癌作用。③拟除虫菊酯类,如敌杀死等杀虫剂和杀螨剂,急性中毒时主要表现神经系统症状。④有机氯农药,如 DDT、DDD、DDE 等,残留会引起肝脏病变,血液和神经系统损害,有致癌作用。⑤杀菌剂,如有机汞类的西力生,毒性大又不易降解;有机砷类的稻脚青,可在体内转化为毒性很大的 As^{3+} 导致中毒和肿瘤的产生。⑥除草剂,如莠去津等有致突变致癌作用。

硝酸盐、亚硝酸盐、N-亚硝基化合物污染:这是一类有较强致癌作用的化学物质。该类危害的来源主要是蔬菜中的硝酸盐和亚硝酸盐。蔬菜市场随机取样检测的结果是:花瓶菜、小白菜、芥兰菜分别达到

3 888.0 mg/kg 和 3 437.8 mg/kg 和 3 138.0 mg/kg, 分别是 WHO 提出的允许量 432.0 mg/kg 的 9.0 倍、7.98 倍和 7.27 倍。硝酸盐进入体内, 在胃肠还原细菌的作用下, 与体内蛋白质消化分解物质(二级胺)合成致癌性极强的亚硝胺。

农产品生产过程中, 所栽培的不同种类、不同品种的生物在生长发育过程中, 农药残留或有毒金属残留或硝酸盐的残留各不相同, 也就是说不同种类不同品种对污染的累积程度不同。比如, 在污染菜园中, Cd 的富集系数黄瓜为 0.1, 豇豆为 0.2, 甘蓝为 0.5、花椰菜为 1.8、菠菜为 10.3, 卫生品质好与差的顺序是黄瓜>豇豆>甘蓝>花椰菜>菠菜。又如, 不同品种菠菜对硝酸盐的累积程度不同。同样在较高的 N 肥水平下, “尖叶”这一菠菜品种为 2 800 mg/kg, 而“绿丰”这一品种为 1 900 mg/kg。从这一角度看, 菠菜中“绿丰”品种的卫生品质优于“尖叶”这一品种。

三、微生物污染

主要有细菌与细菌毒素污染、霉菌与霉菌毒素污染(特别是黄曲霉及其毒素的污染)、病毒污染等, 其危害不言而喻。动物产品中, 鲍鱼在与其他相近的动物产品置于同样的环境条件下, 不易受环境微生物污染。从抗微生物污染这一角度讲, 鲍鱼的卫生品质比其他动物产品好。花生很容易受黄曲霉污染, 但花生品种中“抗黄一号”则具有较强的抗黄曲霉污染的能力, 从这一点讲, “抗黄一号”这一品种卫生品质比其他品种好。

对于农产品中的有毒有害物质, 有的专家认为: “传统意义上的食品安全事件, 是按照世界卫生组织的定义, 是指食物中含有有毒有害物质、对人体健康造成危害的公共卫生问题。这里有两个关键词, 一是有毒有害物质, 一是对人体健康的不良影响。这两个关键词必须同时存在, 才构成一个食品安全问题或者说才叫作‘不安全的食品’。假如只有前面一个关键词, 即食品中只有有毒有害物质, 则不一定构成食品安全问题。”

第二节 含有毒有害物质的农产品

一、含氰甙的农产品

农产品中, 木薯、亚麻籽、苦杏仁、苦桃仁以及青鱼、草鱼、鲢鱼、鲤鱼、鳙鱼等淡水鱼的胆汁含有有毒物质氰甙(Cyanophoric glycoside), 误食一定量的氰甙会引起中毒。

氰甙是结构中含有氰基的甙类, 水解后可产生氢氰酸(HCN)。氰甙在植物和动物中都存在, 但在植物中分布较广, 在植物氰甙中与食物中毒有关的化合物主要分为苦杏仁甙和亚麻苦甙, 苦杏仁甙的分子式为 $C_{20}H_{27}NO_{11}$, 分子质量为 457.43, 其结构式如图 1-2-1 所示; 亚麻苦甙的分子式为 $C_{10}H_{17}NO_6$, 分子质量为 247.25, 其结构式如图 1-2-2 所示。苦杏仁甙是由龙胆二糖和苦杏仁腈组成的 β -型糖苷。一些果仁中含有的氰甙为苦杏仁甙, 而木薯中含有的氰甙为亚麻苦甙。动物氰甙主要存在于一些淡水鱼的胆汁中。

果仁或木薯的氰甙被人体摄入后, 在果仁或木薯自身存在的氰甙酶(如苦杏仁酶)的作用下, 以及经胃酸、肠道中微生物的分解作用, 产生二分子葡萄糖和苦杏仁腈, 后者又分解为苯甲醛和游离的氢氰酸。氢氰酸是一种高活性、毒性大、作用快的细胞原浆毒。当它被胃黏膜吸收后, 氰离子与细胞色素氧化酶的铁离子结合, 使呼吸酶失去活性, 氧不能被机体组织细胞利用, 导致机体组织缺氧而陷于窒息状态。氢氰酸还可损害呼吸中枢神经系统和血管运动中枢, 使之先兴奋后抑制与麻痹, 最后导致死亡。氢氰酸对人的最

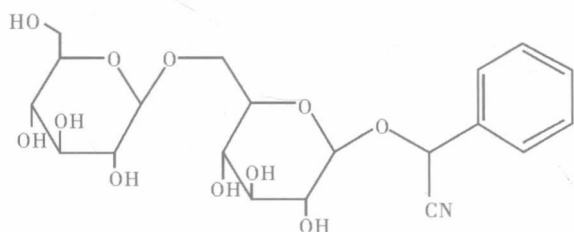


图 1-2-1 苦杏仁甙的结构式

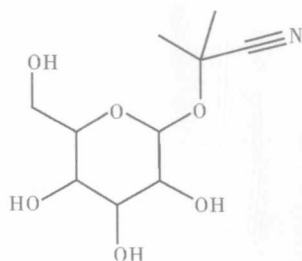


图 1-2-2 亚麻苦甙的结构式

低致死剂量经口测定为每千克体重 0.5~3.5 mg。苦杏仁甙致死剂量约为 1 g。

苦杏仁中毒原因是误生食水果核仁,特别是苦杏仁和苦桃仁。儿童吃 6 粒苦杏仁即可中毒,也有自用苦杏仁治疗小儿咳嗽(祛痰止咳)而引起中毒的例子。在某些国家杏仁蛋白奶糖和杏仁糊已成为食品中苦杏仁甙的主要来源。澳大利亚已将苦杏仁甙在这些食品中的限量由 50 mg/kg 降至 5 mg/kg。此外,某些地区的居民死于该中毒的原因是食用了高粱糖浆和野生黑樱桃的叶子或其他部位。中毒症状:先有口中苦涩、流涎、头晕、头痛、恶心、呕吐、心悸、脉频及四肢乏力等症状,重症者胸闷、呼吸困难,严重者意识不清、昏迷、四肢冰冷,最后因呼吸麻痹或心跳停止而死亡。预防苦杏仁中毒应教育儿童不要生食各种核仁,尤其是苦杏仁与苦桃仁。由于苦杏仁甙经加热水解形成的氢氰酸遇热挥发除去,故用杏仁加工食品时,应反复用水浸泡,炒熟或煮透,充分加热,并敞开锅盖使其充分挥发而除去毒性。切勿食用干炒的苦杏仁,否则会引起中毒。杏仁茶是将杏仁磨成浆煮熟而制成。因其加热可使食物中的氢氰酸充分蒸发掉,故杏仁茶不引起中毒。

木薯中毒原因是生食或食入未煮熟透的木薯或喝煮木薯的汤所致。在一些国家木薯被作为膳食中主要热量的来源,如果食用前未去毒或去毒效果不好,则有中毒的危险。一般食用 150~300 g 生木薯即能引起严重中毒或死亡。早期症状为胃肠炎,严重者出现呼吸困难、躁动不安、瞳孔散大,甚至昏迷。最后可因抽搐、缺氧、休克或呼吸衰竭而死亡。预防木薯中毒应选用产量高而含亚麻苦甙低的木薯品种,并改良种植方法。其次,木薯必须加工去毒后方可食用。在加工木薯时应去皮(亚麻苦甙 90% 存在于皮内)。水浸薯肉,可溶解亚麻苦甙,如将其浸泡 6 d 可去除 70% 以上的亚麻苦甙,再经加热煮熟时,将锅盖打开,使氢氰酸逸出,即可食用。木薯加工方法有切片水浸晒干法(鲜薯去皮、切片、水浸 3~6 d,沥干、晒干)与熟薯水浸法(去皮、切片、水浸 48 h,沥干、煮熟),以及干片水浸法(干薯片水浸 3 d,沥干、煮熟)。除严禁生食木薯外,应注意勿喝煮木薯的汤,不空腹食木薯,一次也不宜多食,否则均有中毒的危险。

此外,动物中草鱼、鲢鱼等淡水鱼的胆汁中含有胆汁毒素,其主要成分是氰甙等。胆汁毒素耐热,且不被乙醇破坏,故食用蒸熟的鱼胆或用酒冲服鲜胆,仍可发生中毒。其作用机理是胆汁毒素严重损伤肝、肾,造成肝脏变性坏死和肾小管损害;脑细胞受损,发生脑水肿;心血管与神经系统亦有病变。因上述鱼的胆汁毒素毒性较大,无论何种烹调方法(蒸、煮、冲酒等)均不能去毒,只有将鱼胆去掉才是有效的预防措施。

二、含龙葵素的农产品

农产品中,发芽马铃薯和未成熟的青番茄含有有毒物质龙葵素(Solanine),人食入 0.2~0.4 g 即可引起中毒。

龙葵素是一类有毒的甾族糖苷生物碱,马铃薯植株和块茎中主要是茄碱(α -solanine)和卡茄碱(Chaconine)两大类,占总糖苷生物碱含量的 90% 以上。其结构的共同特征是有一个甾环(环戊烷多氢菲)和一个氮杂环(中氮茛),两者构成了糖苷配基——茄啉(solanidine),茄啉的第 3 碳位上羟基中的氢原子分别被三糖、双糖、单糖所取代,构成了 6 种不同的糖苷生物碱,其结构式如图 1-2-3 所示。

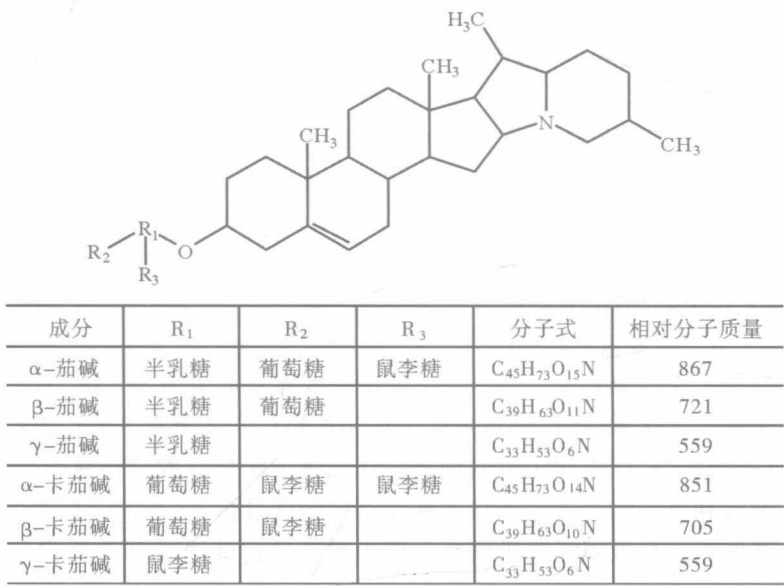


图 1-2-3 龙葵素的化学结构式

龙葵素是一类有毒的生物碱。马铃薯中龙葵素含量安全标准为 20 mg/100 g，一般成熟的马铃薯中，龙葵素含量比较低，含量为 7~10 mg/100 g，食用是安全的。当马铃薯变绿或发芽，就会产生大量的龙葵素，含量可增至 500 mg/100 g，超过安全标准，容易引起食物中毒。龙葵素的致毒机理是抑制体内的胆碱酯酶的活性。胆碱酯酶催化神经递质乙酰胆碱的水解，生成胆碱和乙酸，该酶被抑制失活后，造成乙酰胆碱的积累，胆碱会使神经兴奋增强，引起胃肠肌肉痉挛等一系列中毒症状。食用含有大量龙葵素马铃薯及其制品引起的中毒虽然轻者只会产生头晕、恶心、呕吐、腹痛等症状，但严重者会出现昏迷、抽搐，甚至死亡。

马铃薯植株的所有部位，叶、花、表皮以及高代谢活性部位(芽眼、绿皮、芽、茎)都存在高浓度的龙葵素，块茎中龙葵素的含量较少。尤其需要强调的是，马铃薯皮中龙葵素的含量往往高于块茎。

一般而言，常见的家庭烹饪过程(如烘烤、煮沸、油炸、微波等)对马铃薯中糖苷生物碱的含量影响不大。煮沸使马铃薯的糖苷生物碱的含量仅减少约 3.5%，微波加热使糖苷生物碱含量减少 15%。将马铃薯在 210 ℃条件下加热 10 min，可使 α-卡茄碱及 α-茄碱含量降低 40%。

为预防发芽马铃薯中毒，可采取以下措施：(1)将马铃薯存放于阴凉通风、干燥处或辐照处理，以防止马铃薯发芽；(2)发芽较多或皮肉变黑绿色者不能食用，发芽少者可剔除芽与芽基部，去皮后水浸 30~60 min，烹调时加少许醋煮透，以破坏残余的毒素；(3)马铃薯应去皮后再烹调。若一旦发生发芽马铃薯中毒，立即用 4%鞣酸或浓茶水洗胃，也可导泻，并对症治疗。

三、含秋水仙碱的农产品

农产品中，黄花菜等植物含有有毒物质秋水仙碱(Colchicine)，当成人一次食入 0.1~0.2 mg 秋水仙碱(相当于 50~100 g 鲜黄花菜)即可引起中毒。

秋水仙碱又称秋水仙素，是不含杂环的生物碱，是引起鲜黄花菜中毒的主要有毒成分。分子式为 C₂₂H₂₅NO₆，分子质量为 399.44，其结构式如图 1-2-4 所示，结构中有稠合的两个 7 碳环，并与苯环再稠合而成，侧链呈酰胺结构。秋水仙碱为灰黄色针状结晶体，易溶于水；对热不稳定，煮沸 10~15 min 可充分破坏。秋水仙碱本身并无毒性，但当它进入人体并在组织间被氧化后，迅速生成毒性较大的二秋水仙碱，对人体胃肠道、泌尿系统具有毒性并产生强烈刺激作用，引起中毒。对人经口的致死剂量为 3~20 mg。

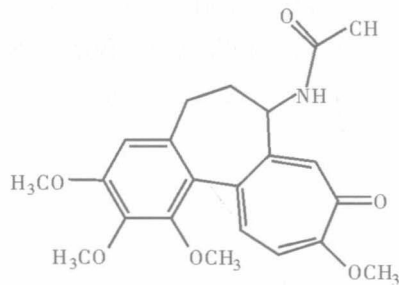


图 1-2-4 秋水仙碱的化学结构式

采用未经处理的鲜黄花菜煮汤或大锅炒食,虽然其味道鲜美,但食后可引起中毒。进食鲜黄花菜后,一般在 4 h 内出现中毒症状。轻者口渴、喉干、心慌胸闷、头痛、呕吐、腹痛、腹泻;重者出现血尿、血便、尿闭与昏迷等。

为预防鲜黄花菜中毒,应采取的措施:(1)不吃腐烂变质的鲜黄花菜,最好食用干制品,用水浸泡发胀后食用,可保证安全;(2)食鲜黄花菜时需做烹调前的处理(即先去掉长柄,用沸水焯烫,焯烫过的水弃掉,再用清水浸泡 2~3 h),鲜黄花菜必须加热至熟透再食用;(3)烹调时与其他蔬菜或肉食搭配制作,且要控制摄入量,避免食入过多引起中毒。若一旦发生鲜黄花菜中毒,立即用 4%鞣酸或浓茶水洗胃,口服蛋清牛奶,并对症治疗。

四、含蓖麻毒素的农产品

农产品蓖麻籽及其成品蓖麻油中含有剧毒物质蓖麻毒素(Ricin),误食少量蓖麻毒素即可引起中毒。

蓖麻毒素是指蓖麻毒蛋白、蓖麻碱、蓖麻变应原和血球凝集素四种毒性物质,其中蓖麻毒蛋白的毒性最大。蓖麻毒蛋白由 A、B 两个多肽链以二硫键共价相连接,其中 A 链为活性链,在 B 链的协助下,容易穿过细胞膜破坏核蛋白体 60s 亚单位,抑制蛋白质的合成,致使细胞死亡,相对分子质量为 32 000;B 链是结合链,表现出凝集素的特性,相对分子质量为 34 000。

蓖麻毒素中毒后往往有一段时间无任何症状,称为“安静期”,在该阶段尤其应引起重视,考虑有无中毒的可能性。早期症状可能与感染败血症相似,不容易进行鉴别,故诊断完全依赖可疑蓖麻毒素中毒与救治的中毒线索,一旦怀疑有中毒,应立即入院,若在 24 h 内无发病则可出院。一般接触中等剂量可以康复,严重者于 1~4 d 死亡。

蓖麻毒素对人和哺乳动物有剧毒,几乎对所有真核细胞都有毒性。一个毒素分子进入细胞内,就足以使整个细胞的蛋白质合成完全停止而死亡。小鼠 LD₅₀ 为 30 mg/kg,人致死剂量为 1~20 mg/kg。口服一定量的蓖麻毒素后 0.5~5 h 即可出现症状,表现为消化系统:口麻、咽部烧灼感、恶心、呕吐、腹痛、腹泻、出血性肠炎;呼吸、循环系统:呼吸、循环衰竭;网状内皮系统:严重脱水、低蛋白血症、水肿、毒血症、高热;血液、泌尿系统:溶血、黄疸、血便、血尿、少尿、尿闭;神经系统:四肢麻木、行走不稳、烦躁不安、精神错乱、手舞足蹈、昏迷、幻觉、癫痫样发作。有时可伴发过敏反应,如口唇青紫、荨麻疹。数日内患者会出现肝、脾、肾功能衰竭,甚至死亡。

目前没有成熟有效的预防治疗蓖麻毒素中毒的解毒剂、疫苗及其他特异有效的治疗方法,及时给予对症、支持治疗是减少发病率、死亡率的必要措施。为预防蓖麻毒素中毒应防止生食蓖麻籽或误食蓖麻油。盛装蓖麻油的容器应有明显标志。

五、含皂素的农产品

皂素(Saponin)是一类结构较为复杂的成分,由皂苷和糖、糖醛酸或其他有机酸所组成。皂素对消化

道黏膜有较强的刺激性,可引起局部充血、肿胀及出血性炎症,造成恶心、呕吐、腹泻和腹痛等症状。

农产品中,芸豆(又称四季豆)中含有皂素等有害成分。预防四季豆中毒的方法是将四季豆充分炒熟、煮透,最好是炖食,以破坏其中所含有的毒素。炒时应充分加热至青绿色消失,无豆腥味,无生硬感,切勿只图脆嫩。

六、含血球凝集素的农产品

血球凝集素(Haemagglutinin)是一类能使血液的红细胞凝集的蛋白质。血球凝集素的种类很多,一些无食用毒性,而有食用毒性的血球凝集素主要存在于大豆、菜豆和扁豆中,此外,蓖麻籽中也含有大量外源凝集素。豆科 198 个属植物的种子,其中 55.9% 含有血球凝集素。脱脂后的大豆粕粉约含有 3% 的血球凝集素。大豆中含有 4 种血球凝集素,是由两对 α 和 β 链组成的糖蛋白系列物,其特异性糖为 N-乙酰-D-半乳糖胺,具有能使人类红血球凝集的活性。

儿童对大豆血球凝集素较敏感,中毒后可出现呕吐、腹泻、头晕、头痛等症状。潜伏期为几十分钟至十几小时。

血球凝集素不耐热,受热很快失活,一般在大豆食品生产中的加热处理方法即可消除。此外,在烹调菜豆时应炒熟煮透,最好炖熟。豆浆应煮沸后继续加热数分钟才可食用。

七、含硫胺素酶的农产品

硫胺素酶(Thiaminase)又称维生素 B₁ 酶,不但会破坏机体内的硫胺素,引起人和动物的维生素 B₁ 缺乏症,而且还能损害骨髓机能,引起血小板、白细胞和红细胞的减少。

蕨类植物(蕨菜)在日本、加拿大、新西兰等国家已被作为绿色食品而进行商品化生产,然而,在蕨类植物全株幼叶、鲜叶中含有硫胺素酶等多种有毒物质。其毒性即使经蒸煮、腌渍、浸泡也不能完全去除,但可能减弱。牛、马长期大量采食其幼苗、蕨叶可引起慢性中毒。其中毒症状:发病 2~3 d 后,体温突然升高;因毛细血管通透性增加,而表现全身渗出性出血,且出血处不凝,腹痛、便血;呼吸困难,心动加速,最终因呼吸衰竭而死亡。

动物实验结果表明,蕨类植物中的有毒物质既是一种毒素,也是致癌物质。据报道,以欧洲蕨类植物为日粮草料喂饲家畜 2~5 年,可导致膀胱癌;将蕨类植物干料以日粮的 1/3 喂饲小鼠 4~6 个月,可导致膀胱癌和肠癌。有趣的是,蕨类植物的致癌性还依赖于小鼠饲料的其他组成。如果在其中加入大豆蛋白、氯化钙或维生素 PP,可减少肿瘤的发生;反之,若加入维生素 B₁ 或硝酸盐可加速肿瘤的发生。在日本进行的流行病学研究中,已经证实了人类食用的蕨类植物具有患食道癌的危险。

八、含脂肪氧化酶的农产品

农产品中,豆类含有脂肪氧化酶。脂肪氧化酶可氧化豆类中的亚油酸、亚麻酸,产生众多的降解产物。现已鉴定出近百种降解产物,其中许多成分可能与大豆的腥味有关,从而产生了有害物质。此外,大豆脂肪氧化酶还能破坏胡萝卜素,食用未经加热处理的大豆可使人体血液和肝脏中的维生素 A 含量降低,从而降低了大豆的营养价值。

九、含有害氨基酸及其衍生物的农产品

农产品中,刀豆和青蚕豆中含有有害氨基酸及其衍生物 β -氰基丙氨酸、刀豆氨酸和 L-3,4-二羟基苯丙氨酸等。其中 β -氰基丙氨酸存在于蚕豆中,是一种神经毒素。刀豆氨酸能阻抗体内的精氨酸代谢,加热