

# 玉米

## 食品加工技术

YUMI SHIPIN JIAGONG JISHU

杜连启 张文秋 主编



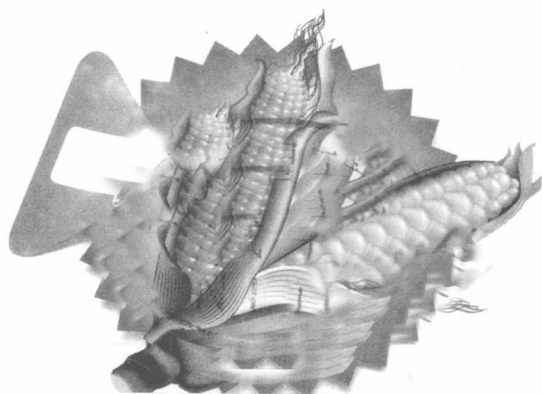
化学工业出版社

# 玉米

## 食品加工技术

YUMI SHIPIN JIAGONG JISHU 

杜连启 张文秋 主编



化学工业出版社  
· 北京 ·

本书简要介绍了普通玉米和特种玉米的营养价值,重点介绍了普通玉米、黑玉米、甜玉米、糯玉米、笋用玉米、爆裂玉米等的食品加工技术。本书内容丰富,重点突出,文字通俗易懂,实用性和可操作性强,既可作为农村科技人员和农民进行各种玉米食品生产加工的指导用书,也可作为有关食品企业及相关院校有关专业师生的参考用书。

#### 图书在版编目(CIP)数据

玉米食品加工技术/杜连启,张文秋主编. —北京:  
化学工业出版社, 2013. 2  
ISBN 978-7-122-16428-5

I. ①玉… II. ①杜…②张… III. ①玉米制食品-食品加工 IV. ①TS213.404

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 018266 号

---

责任编辑: 张彦  
责任校对: 王素芹

文字编辑: 何芳  
装帧设计: 杨北

---

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 10 $\frac{1}{4}$  字数 273 千字  
2013 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

## 编写人员

主编 杜连启 张文秋

编者 杜连启 张文秋 孟 军

王利华 朱凤妹 李香艳

刘德全 姜 会

## 前 言

玉米是我国主要粮食作物之一，年总产量 1.2 亿吨，在粮食作物中排在第 3 位。玉米是大宗谷物中最适合作为工业原料的品种，其加工空间大，产业链条长，多为劳动密集型产业。目前，世界上已开发出来的玉米深加工产品多达几十类数千个品种。

目前，我国玉米食品工业的现状如下。

第一，加工的用于加工增值的比例偏低。2001 年国内玉米总产量是 1.11 亿吨，而全年作为玉米食品工业所用玉米仅有 300 万吨左右，只占玉米总产量的 3%。在我国北方的玉米主要产销区，目前有 80% 的玉米以原粮状态直接上市或经初加工直接消费，用于加工增值的比例偏低，这样就降低了玉米产业的效益。

第二，玉米食品加工业处于小、散、低、弱状态。我国玉米食品企业多数是小规模、高成本、低水平，不少企业处于亏损状态。国内现有大部分企业主要生产玉米淀粉，玉米油加工还未形成规模。其他玉米食品企业多为作坊式生产，生产方式和管理手段落后，新产品研发和市场开拓能力差，现代玉米食品工业远未建立。

第三，玉米食品工业的加工深度不够，加工品种单一。我国玉米食品工业 75% 的产品属于淀粉等初级加工产品，其市场价格近 10 年来一路走低。国内的其他玉米食品多局限于膨化食品、鲜食食品、玉米粉等，产品种类、形式单一，消费市场尚未形成，加工深度不够，缺乏具备较高科技含量和较强市场竞争力的新产品。相关机械设备的研究制造明显滞后，我国畅销的几种玉米膨化食品的生产设备仍然要依赖从西班牙等国进口。缺乏知名玉米食品品牌，国际竞争力差。

我国玉米食品加工业发展的对策主要体现在以下几个方面：优

化国内玉米种植业结构，提供高品质原料；努力把握国际玉米食品发展趋势，优化国内玉米食品加工业结构；大力开展科技进步和技术创新，加快高附加值产品的开发；加紧制定与国际接轨的各类产品标准，积极开展国际认证和建立 HACCP 体系；积极推进玉米食品工业产业化；突出发展重点领域。

近年来，随着科学技术的飞速发展，研发出了很多种玉米食品，除了普通玉米食品外，还对特种玉米，如黑玉米、甜玉米、糯玉米、笋用玉米等食品进行研发，为了推动我国玉米食品加工业的大力发展，为了使食品生产企业及相关行业的广大读者更好地了解玉米食品的加工技术，为了给我国玉米食品加工提供技术支持，我们编写此书。

本书参考了近年来发表在国内相关专著和期刊的科研论文与成果，对书中每种产品的生产工艺及操作技术要点都进行了认真的推敲修改，使其更具实用性和可操作性。由于种种原因未能将参考文献一一列出，在此对这些成果的作者一并表示致谢。

本书第一章由杜连启、孟军、王利华编写，第二章由杜连启编写，第三章、第四章、第五章由张文秋编写，第六章第一节由朱凤妹、李香艳，第六章第二节由刘德全、姜会编写，全书由杜连启、张文秋统稿。

本书在编写过程中力求文字简练，条理清晰，通俗易懂，重点突出，理论和实际相结合，具有实用性和可操作性。本书可供我国各食品企业、从事玉米食品新产品开发研究的科研人员、管理人员及有关院校食品专业师生阅读参考。由于作者学识和水平所限，书中错误和不足之处在所难免，敬请同行和广大读者批评指正。

**编者**  
**2013 年 4 月**

# 目 录

|                             |           |                         |           |
|-----------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| <b>第一章 玉米概述 .....</b>       | <b>1</b>  | 四、角质玉米饮料 .....          | 16        |
| <b>第一节 玉米的分类 .....</b>      | <b>1</b>  | 五、玉米茶饮料 .....           | 17        |
| 一、根据国家标准分类 .....            | 1         | 六、复合浓缩玉米茶 .....         | 18        |
| 二、根据粒形、硬度及用途分类 .....        | 1         | 七、澄清玉米茶饮料 .....         | 20        |
| <b>第二节 玉米子粒的结构和性质 .....</b> | <b>3</b>  | 八、玉米胚芽汁 .....           | 21        |
| 一、玉米的结构 .....               | 3         | 九、玉米胚饮料 .....           | 22        |
| 二、玉米的物理性质 .....             | 4         | 十、玉米胚芽饮料 .....          | 23        |
| <b>第三节 玉米的营养价值 .....</b>    | <b>5</b>  | 十一、玉米胚芽蛋白饮料 .....       | 25        |
| 一、普通玉米的营养价值 .....           | 5         | 十二、脱脂玉米胚芽蛋白饮料 .....     | 26        |
| 二、黑玉米的营养价值 .....            | 7         | 十三、玉米胚乳 .....           | 28        |
| 三、甜玉米的营养价值 .....            | 9         | 十四、玉米大豆复合饮料 .....       | 29        |
| 四、糯玉米的营养价值 .....            | 9         | 十五、玉米豆乳 .....           | 31        |
| 五、笋用玉米的营养价值 .....           | 10        | 十六、玉米胡萝卜复合饮料 .....      | 33        |
| 六、爆裂玉米的营养价值 .....           | 11        | 十七、嫩玉米胡萝卜乳饮料 .....      | 34        |
| <b>第二章 普通玉米食品加工技术 .....</b> | <b>13</b> | 十八、玉米花粉苦瓜保健饮料 .....     | 36        |
| <b>第一节 玉米饮料 .....</b>       | <b>13</b> | <b>第二节 玉米焙烤食品 .....</b> | <b>38</b> |
| 一、纯玉米饮料 .....               | 13        | 一、玉米面包 .....            | 38        |
| 二、玉米清汁饮料 .....              | 14        | 二、低糖高纤维玉米软质面包 .....     | 39        |
| 三、玉米乳饮料 .....               | 15        | 三、枸杞菊花保健                |           |

|                        |    |                         |     |
|------------------------|----|-------------------------|-----|
| 玉米面包 .....             | 41 | 一、玉米片 .....             | 73  |
| 四、玉米燕麦面包 .....         | 43 | 二、烘焙玉米片 .....           | 75  |
| 五、玉米蛋糕 .....           | 43 | 三、速食玉米片 .....           | 77  |
| 六、无糖玉米蛋糕 .....         | 44 | 四、玉米酥片 .....            | 78  |
| 七、高纤维玉米蛋糕 .....        | 45 | 五、挤压蒸煮油炸玉<br>米片 .....   | 79  |
| 八、玉米皮保健蛋糕 .....        | 46 | 六、油炸芝麻玉米片 .....         | 81  |
| 九、玉米蛋白粉蛋糕 .....        | 47 | 七、英国玉米片 .....           | 82  |
| 十、玉米胚油营养饼干 .....       | 48 | 八、速溶玉米脆质薄片 .....        | 83  |
| 十一、玉米苏打饼干 .....        | 49 | 九、即食玉米纸片食品 .....        | 84  |
| 十二、玉米膨化粉压缩<br>饼干 ..... | 51 | 十、玉米蔬菜片 .....           | 85  |
| 十三、烤玉米饼 .....          | 52 | 十一、玉米胚芽薄片 .....         | 86  |
| 十四、蛋黄玉米酥饼 .....        | 53 | 十二、玉米花粉片 .....          | 87  |
| 十五、玉米果 .....           | 54 | 第五节 玉米糖类 .....          | 91  |
| 第三节 玉米发酵食品 .....       | 55 | 一、玉米糖稀 .....            | 91  |
| 一、玉米渣酿造酱油 .....        | 55 | 二、玉米麻秆糖 .....           | 91  |
| 二、玉米黄酒 .....           | 57 | 三、玉米饴糖 .....            | 92  |
| 三、天然强化玉米黄酒 .....       | 58 | 四、玉米淀粉全糖粉 .....         | 93  |
| 四、玉米甜酒 .....           | 59 | 五、玉米酥糖 .....            | 94  |
| 五、玉米啤酒 .....           | 60 | 六、玉米花球糖 .....           | 95  |
| 六、玉米格瓦斯 .....          | 65 | 七、玉米膨化糕 .....           | 96  |
| 七、玉米花穗酒 .....          | 66 | 第六节 玉米方便食品 .....        | 97  |
| 八、玉米双歧杆菌发酵<br>饮料 ..... | 67 | 一、速煮玉米魔芋保<br>健方便粥 ..... | 97  |
| 九、玉米酸奶 .....           | 68 | 二、玉米八宝粥 .....           | 98  |
| 十、玉米玫瑰复合型<br>酸奶 .....  | 69 | 三、玉米营养方便粥 .....         | 99  |
| 十一、玉米花粉保健<br>酸奶 .....  | 70 | 四、杏仁玉米方便粥 .....         | 102 |
| 十二、玉米醋（一） .....        | 71 | 五、多功能玉米黑芝麻<br>麻糊 .....  | 103 |
| 十三、玉米醋（二） .....        | 72 | 六、玉米锅巴 .....            | 104 |
| 第四节 玉米片类食品 .....       | 73 | 七、玉金酥 .....             | 105 |
|                        |    | 八、膨化玉米粉面茶 .....         | 106 |



|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 九、玉米绿豆糕·····              | 107 |
| 十、天然鲜玉米糕·····             | 108 |
| 十一、玉米粉条和<br>粉丝·····       | 109 |
| 十二、玉米凉粉·····              | 114 |
| 十三、玉米粉皮·····              | 115 |
| 十四、玉米晶·····               | 115 |
| 十五、玉米营养馍片·····            | 117 |
| 十六、精制玉米方<br>便面·····       | 118 |
| 十七、营养大米、玉米<br>膨化小吃食品····· | 121 |
| 第七节 其他玉米食品·····           | 123 |
| 一、玉米豆腐·····               | 123 |
| 二、玉米风味豆腐·····             | 124 |
| 三、玉米面条·····               | 126 |
| 四、玉米挂面·····               | 127 |
| 五、膨化玉米营养粉·····            | 128 |
| 六、松仁玉米香肠·····             | 129 |
| 七、玉米脆皮肠·····              | 130 |
| 八、玉米米·····                | 131 |
| 九、玉米春卷·····               | 132 |
| 十、玉米酱色·····               | 133 |
| 第八节 玉米美食制作·····           | 134 |
| 一、咸蛋黄烘玉米·····             | 134 |
| 二、什锦玉米·····               | 135 |
| 三、金沙玉米·····               | 135 |
| 四、葵仁玉米炒鱼鳞·····            | 136 |
| 五、香菇玉米粥·····              | 136 |
| 六、蔬菜玉米麦片粥·····            | 137 |
| 七、玉奶粥·····                | 137 |
| 八、玉米面丝糕·····              | 137 |

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| 九、二面馒头·····                        | 138        |
| <b>第三章 黑玉米食品加工<br/>    技术·····</b> | <b>139</b> |
| 第一节 黑玉米罐藏<br>食品·····               | 139        |
| 一、黑玉米粒罐头·····                      | 139        |
| 二、黑玉米颗粒罐头·····                     | 140        |
| 三、黑甜玉米粒罐头·····                     | 141        |
| 四、黑玉米羹罐头·····                      | 142        |
| 五、黑糯玉米穗软<br>罐头·····                | 143        |
| 六、紫黑甜玉米棒软<br>罐头·····               | 146        |
| 第二节 黑玉米饮料·····                     | 147        |
| 一、黑玉米乳饮料·····                      | 147        |
| 二、嫩黑玉米乳饮料·····                     | 148        |
| 三、黑玉米胚饮料·····                      | 149        |
| 四、黑玉米汁饮料·····                      | 150        |
| 五、黑玉米绿豆复合<br>饮料·····               | 150        |
| 六、有机鲜黑玉米双<br>歧乳·····               | 152        |
| 七、黑玉米格瓦斯·····                      | 153        |
| 八、黑玉米苹果汁<br>酸奶·····                | 153        |
| 九、黑糯玉米原浆发酵<br>乳酸饮料·····            | 155        |
| 十、黑糯玉米仙人掌<br>酸奶·····               | 156        |
| 十一、黑糯玉米黑<br>豆乳·····                | 158        |
| 十二、黑糯玉米奶油                          |            |

|                |     |                |     |
|----------------|-----|----------------|-----|
| 冰淇淋·····       | 162 | 三、黑玉米面条·····   | 183 |
| 十三、黑甜玉米酸奶      |     | 四、黑玉米粉皮·····   | 183 |
| 冰淇淋·····       | 163 | 五、黑玉米粉条·····   | 184 |
| 第三节 黑玉米方便      |     | 六、黑玉米粉糕点·····  | 184 |
| 食品·····        | 165 | 七、黑玉米面包·····   | 185 |
| 一、黑玉米营养羹·····  | 165 | 八、黑玉米果冻·····   | 186 |
| 二、黑玉米方便粥·····  | 166 | 九、黑玉米保健醋·····  | 187 |
| 三、鲜嫩黑玉米营       |     | 十、黑玉米酒·····    | 188 |
| 养方便粥·····      | 167 | 十一、黑玉米芯酒·····  | 189 |
| 四、黑玉米营养糊·····  | 168 | 十二、黑玉米饼、黑玉米卷   |     |
| 五、黑玉米甘薯即       |     | 和黑玉米汤·····     | 190 |
| 食糊·····        | 169 | 第四章 甜玉米食品加工    |     |
| 六、黑玉米爽·····    | 170 | 技术·····        | 191 |
| 七、黑玉米花·····    | 172 | 第一节 甜玉米饮料····· | 191 |
| 八、膨化黑玉米即食      |     | 一、甜玉米澄清汁       |     |
| 食品·····        | 173 | 饮料·····        | 191 |
| 九、黑玉米片·····    | 174 | 二、澄清型甜玉米       |     |
| 十、黑甜玉米烤片·····  | 175 | 饮料·····        | 192 |
| 十一、膨化型黑玉米      |     | 三、混浊型甜玉米       |     |
| 香酥片·····       | 176 | 饮料·····        | 193 |
| 第四节 黑玉米糖·····  | 176 | 四、甜玉米汁饮料·····  | 194 |
| 一、黑玉米糖稀·····   | 176 | 五、甜玉米浓浆饮料····· | 195 |
| 二、黑玉米糖浆·····   | 177 | 六、甜玉米爽·····    | 197 |
| 三、黑玉米面蜜糖·····  | 178 | 七、果肉型甜玉米复合     |     |
| 四、黑玉米淀粉饴糖····· | 179 | 浆饮料·····       | 199 |
| 五、黑玉米芯饴糖·····  | 180 | 八、超甜玉米饮料·····  | 200 |
| 六、黑玉米果糖·····   | 180 | 九、超甜玉米果茶·····  | 202 |
| 第五节 其他黑玉米      |     | 十、甜玉米花茶·····   | 203 |
| 食品·····        | 181 | 十一、甜玉米核桃       |     |
| 一、速冻黑玉米穗·····  | 181 | 枣茶·····        | 204 |
| 二、速冻黑甜玉米       |     | 十二、甜玉米核桃复合     |     |
| 棒段·····        | 182 | 饮料·····        | 205 |

|               |     |                    |            |
|---------------|-----|--------------------|------------|
| 十三、花生甜玉米      |     | 豆腐脑·····           | 237        |
| 营养乳·····      | 206 | 九、甜玉米营养果冻·····     | 239        |
| 十四、甜玉米酸奶····· | 208 | 十、甜玉米发酵鱼           |            |
| 十五、甜玉米风味      |     | 肉肠·····            | 240        |
| 酸奶·····       | 209 | <b>第五章 糯玉米食品加工</b> |            |
| 十六、改性甜玉米      |     | <b>技术</b> ·····    | <b>242</b> |
| 发酵乳·····      | 210 | 第一节 糯玉米饮料·····     | 242        |
| 十七、甜玉米汁大豆     |     | 一、糯玉米饮料（一）·····    | 242        |
| 发酵酸奶·····     | 212 | 二、糯玉米饮料（二）·····    | 243        |
| 十八、富硒超甜玉米     |     | 三、糯玉米螺旋藻复合         |            |
| 冰淇淋·····      | 214 | 饮料·····            | 244        |
| 第二节 甜玉米罐藏     |     | 四、糯玉米花生奶·····      | 246        |
| 食品·····       | 215 | 五、彩色糯玉米茶           |            |
| 一、甜玉米粒罐头····· | 215 | 醋饮料·····           | 247        |
| 二、甜玉米羹罐头····· | 218 | 六、糯玉米浆·····        | 249        |
| 三、软包装甜玉米      |     | 七、混浊型糯玉米浆玉米        |            |
| 穗罐头·····      | 219 | 须复合饮料·····         | 250        |
| 四、甜玉米笋罐头····· | 222 | 八、糯玉米保健醋           |            |
| 五、甜糯玉米真空      |     | 饮料·····            | 251        |
| 软包装罐头·····    | 223 | 九、糯玉米乳饮料·····      | 252        |
| 第三节 其他甜玉米     |     | 十、糯玉米酸奶·····       | 253        |
| 食品·····       | 225 | 第二节 糯玉米罐藏          |            |
| 一、甜玉米脆片·····  | 225 | 食品·····            | 254        |
| 二、甜玉米蜜饯·····  | 226 | 一、糯玉米粒罐头·····      | 254        |
| 三、速冻甜玉米粒····· | 228 | 二、糯玉米糊罐头·····      | 256        |
| 四、速冻甜玉米穗····· | 230 | 三、糯玉米软罐头·····      | 257        |
| 五、甜糯玉米青棒夏贮    |     | 四、糯玉米鲜粒罐头·····     | 258        |
| 冬卖保鲜技术·····   | 231 | 第三节 糯玉米速冻和         |            |
| 六、甜糯玉米生物保鲜    |     | 保鲜食品·····          | 259        |
| 技术·····       | 235 | 一、速冻鲜食甜糯           |            |
| 七、甜玉米蛋糕·····  | 236 | 玉米·····            | 259        |
| 八、甜玉米风味       |     | 二、速冻糯玉米粒·····      | 260        |

|                |     |
|----------------|-----|
| 三、糯玉米速冻汤圆····· | 262 |
| 四、鲜食糯玉米带壳      |     |
| 预煮去壳速冻·····    | 263 |
| 五、糯玉米护色保鲜····· | 265 |
| 六、糯玉米保鲜·····   | 267 |
| 七、糯玉米鲜穗保鲜····· | 270 |
| 第四节 其他糯玉米      |     |
| 食品·····        | 272 |
| 一、糯玉米黄酒·····   | 272 |
| 二、糯玉米醪糟·····   | 274 |
| 三、新型糯玉米        |     |
| 甜酒酿·····       | 275 |
| 四、即食糯玉米·····   | 277 |
| 五、即食糯玉米        |     |
| 营养粥·····       | 278 |
| 六、保健糯玉米粥·····  | 280 |
| 七、干法加工糯玉       |     |
| 米汤圆粉·····      | 281 |
| 八、湿法加工糯玉       |     |
| 米汤圆粉·····      | 283 |
| 九、糯玉米渣果仁       |     |
| 饼干·····        | 283 |
| 十、糯玉米苕酥糖·····  | 285 |
| 十一、糯玉米麻糖·····  | 287 |
| 十二、糯玉米麻圆·····  | 288 |

## 第六章 笋用玉米和爆裂玉米 食品加工技术 ··· 291

|                |     |
|----------------|-----|
| 第一节 笋用玉米食品加工   |     |
| 技术·····        | 291 |
| 一、玉米笋罐头·····   | 291 |
| 二、玉米笋羹罐头·····  | 294 |
| 三、玉米笋汁·····    | 295 |
| 四、玉米笋花须饮料····· | 296 |
| 五、玉米笋蜜饯·····   | 298 |
| 六、速冻玉米笋(一) ··· | 299 |
| 七、速冻玉米笋(二) ··· | 301 |
| 第二节 爆裂玉米食品     |     |
| 加工技术·····      | 303 |
| 一、爆裂玉米的爆裂      |     |
| 成因·····        | 303 |
| 二、爆裂玉米的爆裂      |     |
| 品质·····        | 304 |
| 三、爆裂玉米的加工      |     |
| 利用·····        | 305 |
| 四、爆裂玉米的加工      |     |
| 条件·····        | 306 |
| 五、几种典型玉米花      |     |
| 的加工技术·····     | 309 |

## 参考文献 ··· 312

# 第一章 玉米概述

玉米是当今世界最重要的三大粮食作物之一，单位面积产量位居第一，并且人类对玉米的加工利用程度远远超过了水稻和小麦。世界上以美国为玉米第一生产大国，年产2亿多吨，其播种面积占全世界20%以上，产量占46%，在近年来的国际玉米贸易中占75%的份额。我国的玉米是列于稻谷之后的第二种主要粮食作物，其资源丰富，产量占我国粮食总产量的26.9%，总产量居世界第二位。我国玉米总产量和单产水平都已超过了小麦而居粮食作物的第二位。玉米增产总额在粮食增产中占40%左右，远高于水稻26%和小麦22%。因此，玉米深加工需求，特别是食品加工已成为新的消费增长点。

## 第一节 玉米的分类

### 一、根据国家标准分类

- (1) 黄玉米 种皮为黄色，包括略带红色的黄色玉米。
- (2) 白玉米 种皮为白色，包括略带淡黄色或粉红色的白色玉米。
- (3) 混合玉米 混入本类以外其他玉米超过5.0%的。

### 二、根据粒形、硬度及用途分类

#### 1. 普通玉米

- (1) 马齿型 子粒呈马齿形，胚乳的两侧为角质，中央和顶端均为粉质。

(2) 硬粒型 子粒呈圆形或短方形，胚乳周围全是角质。

(3) 中间型 马齿型和硬粒型各占一半。

(4) 硬偏马型 硬粒型占 75% 左右。

(5) 马偏硬型 马齿型占 75% 左右。

## 2. 特种玉米

特种玉米是指具有特殊用途的各种玉米的总称，常用的有以下几种。

(1) 高赖氨酸玉米 高赖氨酸玉米就是子粒中赖氨酸含量较普通玉米有较大提高的一种玉米类型。目前大田栽培的高赖氨酸玉米的子粒赖氨酸已达 0.35%，色氨酸达 0.20%，高出普通玉米 1~2 倍。高赖氨酸玉米吃起来感觉鲜、甜、香而适口，嚼之松软而不粘牙齿。

(2) 高直链玉米 这种玉米的特点是淀粉中的直链淀粉含量特别高，普通玉米中的直链淀粉含量为 25% 左右，而高直链玉米淀粉的直链淀粉含量达到 80%。淀粉的颗粒较小并且形状不规则，湿法加工淀粉出率较低。高直链玉米淀粉必须进行加压糊化，其淀粉膜特性很好。

(3) 高油玉米 高油玉米是子粒具有较高脂肪含量的一类玉米的总称。高油玉米子粒油分比普通玉米平均高 50% 以上（含油率可达 20% 以上）。高油玉米的油分，85% 集中在子粒胚中，因此高油玉米都具有大胚特性。

(4) 甜玉米 甜玉米是指在乳熟期或蜡熟期，子粒中含有较多可溶性糖的一类玉米。这类玉米在乳熟期采收，较普通玉米含有更多的低聚糖和水溶性多糖，因而食之较甜，故称为甜玉米。它的用途和食用方法类似于蔬菜的性质，又被称为“蔬菜王”。

(5) 爆裂玉米 爆裂玉米是指那些玉米子粒在常压条件下容易被膨爆成玉米花的玉米类型，是专门用来制作爆玉米花食用的特用玉米。好的爆裂玉米爆裂可达 99%，膨胀倍数达 30 倍。

(6) 糯玉米 糯玉米又称蜡质玉米，起源于我国，是普通玉米的突变类型。其特点是子粒淀粉构成中几乎 100% 是支链淀粉，具有甜、糯、香、软的特点，流通中因为可能混有其他变异种，所以

交易时质量必须保证支链淀粉含量在 95% 以上。糯玉米的食用品质和糯米相当，能够代替糯米制成多种食品。

(7) 笋用玉米 笋用玉米即嫩穗玉米，笋用玉米是指专门用来生产玉米笋的专用品种，幼嫩果穗形似竹笋。

(8) 黑玉米 所谓黑玉米，是指玉米子粒色泽为乌色、紫色、蓝色或黑色、具有特殊用途的各类玉米的总称，如黑甜玉米、黑糯玉米和黑爆玉米等，都是黑玉米。黑玉米的概念是相对于黄玉米、白玉米而言的。它们在种质、生物学性状、栽培管理等方面与普通玉米差别不太大，其重要的不同之处是在营养成分、功能、保健作用、理化性状以及加工利用等方面，存在独有的特点。它们超出普通玉米所谓的食用、饲用和工业用粮的一般概念，比普通玉米具有更高的营养价值和更多的用途。

## 第二节 玉米子粒的结构和性质

### 一、玉米的结构

玉米主要由皮层、胚乳、胚芽和根帽等部分组成。

(1) 皮层 玉米的皮层由果皮、种皮和糊粉层组成。果皮是玉米子粒的外皮，光滑而密实。种皮是一层极薄的栓化膜，种皮所含的色素决定了子粒的颜色。糊粉层在种皮和胚乳的中间，它的营养成分较高，蛋白质含量为 22.21%，脂肪含量为 6.93%。玉米中果皮占子粒重的 4.4%~6.2%，糊粉层占子粒重的 3% 左右。

(2) 胚乳 胚乳是玉米子粒的最大组成部分，占 80.0%~83.5%（干基）。胚乳主要由蛋白质基质包埋的淀粉粒和细小蛋白颗粒组成。玉米的胚乳分角质胚乳和粉质胚乳两类。

(3) 胚芽 胚芽位于玉米的基部，富有柔韧性，不易破碎。胚芽占玉米子粒干重的 1.05%~13.1%。加工时可以完整地分离出来。玉米胚芽中脂肪含量高达 35%~40%。

(4) 根帽 根帽又称基胚、根冠，位于玉米的底部，根帽占玉米子粒干重的 0.8%~1.1%，由具有海绵状结构的纤维素组成，易于吸收水分。

## 二、玉米的物理性质

(1) 粒形与大小 粒形是指玉米粒的形状，大小是指玉米子粒的长度、宽度和厚度的尺寸。玉米形状和大小因品种不同也有所不同。一般玉米长、宽、厚分别为 8~12mm、7~10mm、3~7mm。

(2) 容重 容重是指单位体积内玉米的质量，用  $\text{kg/m}^3$ （或  $\text{g/L}$ ）表示。容重的大小是由子粒的饱满程度即成熟程度决定的。容重的高低是衡量玉米品质的一项重要指标。一般来说，容重高的玉米成熟好、皮层薄、角质率高、破碎率低；容重低的玉米则相反。容重大小与水分也有关系，水分大的玉米，细胞组织内部含水多，子粒膨胀，所以它的容重要低于水分小的玉米。玉米的容重一般为 705~770 $\text{kg/m}^3$ 。

(3) 千粒重 千粒重是 1000 粒玉米的质量，常以克表示。一般千粒重都是指风干状态的玉米子粒而言；千粒重的大小和容重一样，也是衡量玉米品质的一项指标。千粒重大的玉米表明颗粒大，角质胚乳多，其出品率就高。玉米的千粒重通常为 180~500g，平均 350g。

(4) 散落性 玉米子粒自然下落至平面时，向四面流散并逐渐形成圆锥体形状的性质，称为散落性。玉米的散落性的大小与玉米的水分、形状大小、表面状态和杂质的特性及含量有关。

(5) 悬浮速度 悬浮速度是指玉米自由下落时在相反方向流动的空气作用下，既不被空气带走，又不向下降落，其处于悬浮状态时的风速。玉米的悬浮速度为 11~14m/s；悬浮速度的大小与玉米颗粒的形状、大小、相对密度、质量有直接关系。颗粒大的，质量重的，悬浮速度就高；反之，悬浮速度就小。

(6) 孔隙度 孔隙度表示自然堆放时，粮堆孔隙体积占粮堆总体积的百分率。在粮堆占据一定的容积里，粮粒并非充满整个容积



的全部，因为粮粒间的排列并非十分紧密，而是存在着大小不等的孔隙，因此粮堆的体积实际上是由粮粒本身的体积和粮粒间的孔隙的体积所构成的。玉米孔隙度为 40% 左右。

## 第三节 玉米的营养价值

### 一、普通玉米的营养价值

普通玉米的营养成分比较全面，其化学成分主要包括蛋白质、淀粉、脂肪、纤维素、灰分等，可见表 1-1。

表 1-1 玉米的化学成分 %

| 成分  | 范围      | 平均值     | 成分   | 范围      | 平均值   |
|-----|---------|---------|------|---------|-------|
| 水分  | 7~23    | 15      | 灰分   | 1.1~3.9 | 1.3   |
| 淀粉  | 64~78   | 70      | 纤维素  | 1.8~3.5 | 2~2.8 |
| 蛋白质 | 8~14    | 9.5~10  | 半纤维素 |         | 5~6   |
| 脂肪  | 3.1~5.7 | 4.4~4.7 | 糖类   | 1.5~3.7 | 2.5   |

注：%均指质量分数，下同。

玉米子粒各部分的组成可见表 1-2。

表 1-2 玉米子粒各部分的组分 %

| 成分  | 全粒   | 胚乳   | 胚芽   | 玉米皮 | 玉米冠 |
|-----|------|------|------|-----|-----|
| 皮子粒 |      | 82.3 | 11.5 | 5.3 | 0.8 |
| 淀粉  | 71   | 86.4 | 8.2  | 7.3 | 5.3 |
| 蛋白质 | 10.3 | 9.4  | 18.8 | 3.7 | 9.1 |
| 脂肪  | 4.8  | 0.8  | 34.5 | 1   | 3.8 |
| 糖类  | 2    | 0.6  | 10.8 | 0.3 | 1.6 |
| 矿物质 | 1.4  | 0.6  | 10.1 | 0.8 | 1.6 |

#### 1. 玉米的淀粉

玉米的大部分成分是淀粉，其含量为 64%~78%。主要含在