

黑龙江商学院食品工程专业试用教材

食品工艺学

第一册

黑龙江商学院

1984

前 言

食品工艺学为我院食品工程专业试用教材。全书分为四册：第一册焙烤食品、糖果。吴孟编、第二册发酵调味品 冯德一编、第三册肉及肉制品 闵连吉编。第四册蛋及蛋制品 高珍编。

本书也可作为有关院校食品专业的教学参考书和食品科技工作者参考。

黑龙江商学院教务处

1983年11月

第一篇 焙烤食品工艺学目录

第一章 焙烤食品的主要原料	(1)
第一节 面粉	(1)
第二节 油脂	(23)
第三节 糖与糖浆	(39)
第四节 蛋与蛋制品	(42)
第五节 乳与乳制品	(47)
第六节 水	(53)
第二章 面包	(55)
第一节 概述	(55)
第二节 面包的辅助材料	(57)
第三节 面包的配方和生产流程	(68)
第四节 面团调制	(73)
第五节 面团发酵	(78)
第六节 面团的整形和醒发	(86)
第七节 面包焙烤	(96)
第八节 面包的冷却和包装	(118)
第九节 面包的保管	(123)
第十节 面包制造方法	(132)
第十一节 面包质量标准	(147)
第三章 饼干	(152)
第一节 饼干的辅助材料	(152)
第二节 饼干的分类	(157)

第三节	饼干的生产流程.....	(159)
第四节	面团调制.....	(161)
第五节	面团辊压.....	(167)
第六节	饼干成型.....	(171)
第七节	饼干焙烤.....	(174)
第八节	饼干冷却.....	(182)

第一章

第二章

第一

第二

第三章

第一

第二

第三

第四

第五

第六

第七

第八

第四章

第一

第二

第三

第五章

第一

第二

第三

第六章

159)
161)
167)
171)
174)
182)

第二篇 糖果工艺学目录

第一章 概述	(184)
第二章 糖果的主要原料	(186)
第一节 砂糖和绵糖	(186)
第二节 糖浆	(189)
第三章 糖、糖浆和糖坯的工艺性能	(192)
第一节 糖类的溶解度	(192)
第二节 粘度与可塑性	(193)
第三节 晶体与非晶体	(196)
第四节 热学性质	(197)
第五节 糖坯的物理机械性质	(202)
第六节 光学性质	(204)
第七节 吸湿性	(204)
第八节 糖的甜度	(206)
第四章 硬糖	(208)
第一节 硬糖的组成	(208)
第二节 生产原理	(210)
第三节 生产工艺	(211)
第五章 奶糖	(221)
第一节 奶糖的组成	(221)
第二节 生产原理	(225)
第三节 生产工艺	(227)
第六章 蛋白糖	(232)

第一

第一节 蛋白糖的组成.....	(232)
第二节 生产原理.....	(234)
第三节 生产工艺.....	(235)
第七章 软糖	(238)
第一节 软糖的组成.....	(238)
第二节 生产原理.....	(243)
第三节 生产工艺.....	(244)
第八章 巧克力糖果	(248)
第一节 巧克力糖果的组成.....	(248)
第二节 物理特性和生产原理.....	(251)
第三节 生产工艺.....	(253)
第九章 酒心糖	(265)
第一节 酒心糖的组成.....	(265)
第二节 生产原理.....	(266)
第三节 生产工艺.....	(267)

本节
要原料。
方法不同

小麦
如下图

果皮
纤维素和
于种皮的

第一篇 焙烤食品生产工艺

第一章 焙烤食品的主要原料

第一节 面粉

本节中所研究的面粉主要是指小麦粉，它是焙烤食品的主要原料。由于小麦的品种、产区、播种季节，磨粉设备和磨粉方法不同，面粉的性能会有很大差异。

一、小麦的结构和成分

小麦籽粒是由果皮、种皮、糊粉层、胚乳和胚等构成的。如下图：



图 1—1 小麦籽粒结构图

1. 果皮 2. 种皮 3. 糊粉层 4. 胚乳

果皮和种皮约占麦粒干物质总重的8~12%，主要是由纤维素和半纤维素构成的。在磨粉时成为麸皮而除掉。糊粉层位于种皮的里边，是由一列长方形的大细胞构成，它是由纤维素、

半纤维素、蛋白质等所构成,约占麦粒干物总重的7~9%。在标准粉中含有一部分糊粉层,在磨制精制粉中把它们完全除掉。在糊粉层所包围的里面是胚乳,约占麦粒总重的80%左右,它是由薄壁柔软细胞组成。胚乳中的主要成分是淀粉和蛋白质。胚位于麦粒下部,约占麦粒干物总重的1.4~2.2%。麦粒中的脂肪主要集中在胚中,此外,含有含氮物、可溶性糖、多种酶和维生素。在磨粉时一般都把它们磨入麸皮。由于磨粉方法不同,不同类别的面粉便含有不同的化学成分。

二、我国面粉的类别和等级标准

根据中华人民共和国科学技术委员会国家标准计量局1978年发布的小麦粉国家标准,将我国小麦粉分为三种:即特制粉、标准粉和普通粉。以粉色、麸星定等。特制粉、标准粉的粉色麸星,按照国家制定的标准样品成色为准。普通粉的粉色麸星标准样品,由省、市、自治区制订。

我国小麦粉的国家标准如下:

中华人民共和国

● 国家标准

小 麦 粉

GB 1355—78

表 1—1

本标准适用于加工、销售、调拨、储存和出口的小麦粉。

小麦粉等级标准:

等 级	加工精度	灰分% (以干 物计)	粗细度%	面筋质 (以重 计)	含砂 量%	磁性金 属物含 量	水分%	脂肪酸 值(以 湿计)	气 味 口 味
特 制 粉	检验粉色按 麸星、按实 物标准对 照。	不超过 0.75	全部通过 9 XX 双料 筛 筛 留存 10 XX 双料 筛 筛 不超过 10%	不低于 26	不超过 0.03	每公斤 小麦粉 不超过 0.003 克	14.0 (±0.5)	不超过 80	正 常

标准粉	检验粉色麸星, 按实物对照	不超过 1.20	全部通过 54 GG 特料筛, 留存筛绢不超过 20%	不低于 24	不超过 0.03	每公斤小麦粉不超过 0.003 克	13.5 (±0.5)	不超过 80	正常
普通粉	检验粉色麸星, 按实物对照	不超过 1.50	全部通过 54 GG 特料筛	不低于 22	不超过 0.03	每公斤小麦粉不超过 0.003 克	13.0 (±0.5)	不超过 80	正常

国家标准计量局发布

1978 年 6 月 1 日试行

中华人民共和国商业部提出

商业部粮食局起草

三、面粉的化学成分及其在焙烤食品中的工艺性能

面粉在焙烤食品中的工艺性能, 取决于它们的化学成分。在面粉的化学成分中, 主要有碳水化合物、蛋白质、脂肪、水分以及少量的矿物质和维生素等

由于我国各地的小麦品种和磨粉方法不同, 面粉中化学成分的含量幅度如下:

面粉化学成分表 (%)

表 1—2

品名	水分	碳水化合物	蛋白质	脂肪	粗纤维	灰分	毫克/100 克					
							钙	磷	铁	硫胺素	核黄素	烟酸
标准粉	12~14	73~75.6	9.9~12.2	1.5~1.8	0.79	0.8~1.4	31~38	184~268	4.0~4.6	0.26~0.46	0.06~0.11	2.2~2.5
特制粉	13~14	75~78.2	7.2~10.5	0.9~1.3	0.06	0.5~0.9	19~24	86~101	2.7~3.7	0.06~0.13	0.03~0.07	1.1~1.5

(一) 蛋白质

“小麦中的蛋白质是构成面筋的主要成分, 它在焙烤食品

中的生产工艺中起着重要作用。

面粉中的蛋白质含量，随小麦的品种，粒质，产区和面粉类别而不同。

我国小麦中蛋白质的含量范围在8~14%之间，最高的可达16.2%。”

硬质小麦中的蛋白质含量高于软质小麦；春小麦中的蛋白质含量一般高于冬小麦；从地区来看，“我国北方地区所产小麦的蛋白质含量一般都高于南方地区，其趋势是由北向南逐渐减少。因此，我国北方的小麦粉适于制面包，南方地区的小麦适于制糕点饼干。

蛋白质在小麦中的分布是不平均的，它们主要分布在胚乳中，而以胚乳外层含量最高。因此，随磨粉方法不同所制得的面粉中的蛋白质含量有所差异，出粉率高的标准粉中的蛋白质含量，高于出粉率低的特制粉。

面粉中的蛋白质，可分为麦谷蛋白、麦胶蛋白、麦球蛋白和麦清蛋白。麦谷蛋白和麦胶蛋白不溶于水和稀盐溶液中，称为不溶性蛋白质。麦球蛋白和麦清蛋白能溶于水或稀盐溶液中，属于可溶性蛋白质。

面粉中各类蛋白质所占的比例如下：

面粉中的蛋白质

表 1—3

蛋白质种类	占蛋白质总量的%	提 取 法
麦 谷 蛋 白	40~50	稀酸和稀碱
麦 胶 蛋 白	40~50	70% 酒精
麦 球 蛋 白	5.0	稀盐溶液
麦 清 蛋 白	2.5	稀盐溶液

麦胶蛋白可溶于60~70%的酒精中，属于醇溶蛋白，故又称为麦醇溶蛋白。但它不溶于无水酒精中。制取麦胶蛋白的方法是：将面粉或面筋溶于70%的酒精中，之后用水将酒精冲淡或在低温低压下将酒精蒸发除掉。经反复沉淀便成为浓厚的胶状物。最后，再用酒精和无水乙醚脱水成干固物。麦胶蛋白的等电点在PH 6.4~7.1 之间。

麦谷蛋白溶于稀酸和稀碱溶液中，它在不同浓度的盐溶液中溶解度不同。由于对它的精制法复杂，故有关谷蛋白的研究资料较少，它的等电点在PH 6~8 之间。

“麦胶蛋白和麦谷蛋白是形成面筋的主要成分，这两种蛋白质约占面粉中蛋白质总量的80%以上。它们集中分布在小麦胚乳中，故主要用胚乳制成的特制粉的面筋含量高，工艺性能好。麦胶蛋白具有良好的延伸性，但缺乏弹性，麦谷蛋白则富有弹性。”

在显微镜下观察，麦胶蛋白为椭圆球形，轴长为18：200A，麦谷蛋白为细长形，麦胶蛋白的分子量为26000，麦谷蛋白的结构复杂，分子量大得多，接近于36000。

麦球蛋白和麦清蛋白在面粉中的含量不多，它们主要分布在麸皮和麦胚中，麦球蛋白的等电点为PH5.5 左右，麦清蛋白的等电点在PH4.5~4.6 之间。

小麦面粉蛋白质中的平均含氮量为17.54%，其蛋白质系数为5.7，其他谷物的蛋白质系数为6.25。

在等电点的情况下，蛋白质的溶解度最小，粘度最低，膨胀性最差。

蛋白质吸水后膨胀称为胀润作用，与胀润作用相反，蛋白质脱去水分，叫做离浆作用。这两种作用在烘焙食品的面团调制，面条干燥以及面粉在改良剂的作用下发生的物理变化等方

面都有重要意义。

蛋白质是一种链状结构，在链的一侧分布着大量的亲水性基团如羟基（OH），胺基（ NH_2 ）和羧基（ COOH ）等，另一侧则分布着大量的疏水性基团如烃基类（ R_1, R_2 等），当蛋白质遇水时，在介质水中疏水的一端就发生收缩作用，而亲水的一端就吸水而产生膨胀现象，这样蛋白质大分子就要弯曲而成为螺旋形的球状体，于是疏水性基团被分布在球体的核心，亲水性基团被分布在球体的外围，其形状如下图所示：

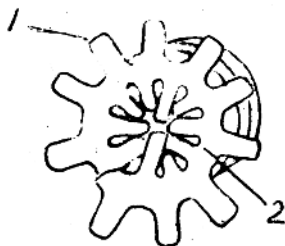


图 1—2 蛋白质螺旋体结构图

1. 亲水基 2. 疏水基

“当蛋白质遇水时，水分子首先与蛋白质外围的亲水基相互作用形成水化物，这种水化作用先在表面进行而后在内部展开。在表面进行阶段，吸水量较少，水分子附于面团的表面，体积增加不大，是放热反应，当水分子逐渐扩散至蛋白质分子内部时，蛋白质胶粒内部的低分子可溶物溶解后使浓度增加，形成一定的渗透压，加速和加大了蛋白质的吸水量。使面团的体积增大，粘度增长，不是放热反应。蛋白质的结构和吸水过程，在面团调制工艺中具有重要意义。

蛋白质受熟或在酸、碱、重金属离子以及紫外线等影响下会引起变性。蛋白质变性后，吸水能力减退，膨胀性降低，溶

解度变小，它严重影响着面团的工艺性能。”

在小麦的蛋白质中，各种氨基酸的组成如下表：

小麦蛋白质中氨基酸含量(克氨基酸/16克氮) 表 1—4

氨基酸	麦谷蛋白	麦胶蛋白	球蛋白	清蛋白
丙氨酸	3.1	2.3	4.3	5.6
精氨酸	4.2	2.7	14.5	7.5
天门冬氨酸	3.9	3.0	6.3	7.9
胱氨酸	2.5	3.1	12.6	6.7
谷氨酸	34.1	40.0	5.9	17.7
甘氨酸	4.5	1.8	5.6	3.1
组氨酸	2.4	2.3	2.2	4.3
缬氨酸	—	—	0	0.2
异亮氨酸	3.9	4.5	1.4	4.1
亮氨酸	6.9	7.2	9.2	10.7
赖氨酸	2.3	0.7	12.2	11.0
蛋氨酸	1.7	1.5	0.4	0
苯丙氨酸	4.8	5.6	3.2	5.0
脯氨酸	11.0	14.7	3.3	8.4
丝氨酸	5.9	5.1	9.1	4.7
苏氨酸	3.3	2.3	4.5	2.9
色氨酸	2.1	0.7	2.3	2.1
酪氨酸	3.6	2.6	2.3	3.4
缬氨酸	4.5	4.4	2.2	3.1

(二) 面筋及其工艺性能

“将面粉加水制成面团，用水冲洗最后剩下的胶状物质

就是面筋。面粉中湿面筋含量在40%以上者称为强力粉，26~40%者称为中力粉，在26%以下者称为弱力粉。强力粉和中力粉适于制面包，而弱力粉适于制糕点和饼干。

面筋的主要成分是麦胶蛋白和麦谷蛋白，两者要占89%的左右。此外在面筋的网络中还填充有淀粉纤维和脂肪等成分。关于面筋的化学成分，可引用下表说明：

干面筋的化学成分(%)

表 1-5

化 学 成 分	含 量	化 学 成 分	含 量
麦 胶 蛋 白	43.03	淀 粉	6.45
麦 谷 蛋 白	39.91	糖 类	2.13
其 他 蛋 白	4.41	脂 肪	2.80

形成面筋的蛋白质的吸水能力很强，根据经验数据，一份面筋蛋白大概可以吸收两倍重量的水。因此，把我们洗出来的湿面筋量被三除，就可以得出面粉中蛋白质含量的近似值。在面粉的蛋白质中，以麦谷蛋白的吸水力最强，其次为麦胶蛋白。

《影响面筋形成的主要因素有：面团温度、放置时间以及面粉的质量等。

低温会影响蛋白吸水形成面筋的过程。这对于我国北方地区在冬季的烘烤食品生产中具有实践意义。由于冬季的气温、水温和粉温低，会影响在调粉时面筋的形成或发酵。为了克服低温对调粉的影响，最好将面粉存于暖库或提前搬入车间中，以提高粉温并用温水调粉。

面团吸水形成面筋需要一段过程，因此将调好的面团静置一段时间，有利于面筋的形成，这对制面包来说是非常需要的，但对于生产饼干或糕点来说，面团静置反而给生产工艺和制品

质量带来不良影响。

对于用冻伤的小麦或干燥过度的小麦所制成的面粉，静置有利于面筋的形成；相反，对于用虫蚀小麦制成的面粉所调成的面团，静置会降低面筋的产量，这是由于虫蚀小麦中的蛋白酶活性强，在面团静置中，蛋白质会被蛋白酶进一步分解，影响面筋的形成和面筋性能。利用0.1N的盐酸使酶钝化，会改善面筋的性能。

不同烘烤食品对面筋工艺性能的要求不同，面筋的工艺性能与面筋的含量是两个不同概念。并不一定面筋的含量高其工艺性能就好。反之亦然。衡量面筋工艺性能的指标有延伸性、弹性、韧性和比延伸性。延伸性是指面筋被拉长而不断裂的能力。韧性是指面筋对拉长时所表现的抵抗力。弹性是指面筋被压缩后恢复到原状的能力。比延伸性是指面筋每分钟被拉长的厘米

按照面筋的工艺性能，可把它们分为三类：

优良的面筋：弹性好，延伸性大或适中。

中等的面筋：弹性好，延伸性小，或弹性中等，比延伸性小。

劣质的面筋：弹性小、韧性差，由于本身重力而自然延伸和断裂，完全没有弹性或冲洗面筋时不粘结而流散。

面团的弹性和粘结性是由面团中各种蛋白质的相互作用而决定的。几种小麦蛋白质的结构对面团粘、弹性的影响如下图：

分子量较大而又不对称的麦谷蛋白分子表面积很大，使得非共价力的聚合作用易于发生，从而形成强有力的交联。紧密交联着的其他蛋白质也可能提供了侧向的粘结作用，可以抵抗层流，并保持了弹性。分子量较小的麦醇溶蛋白在此体系

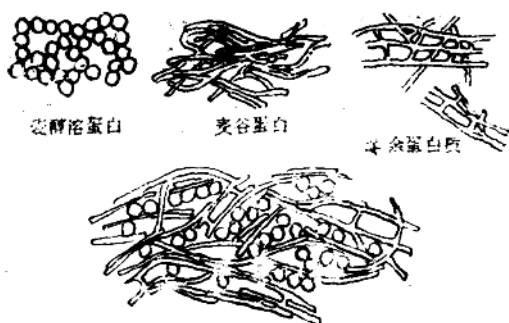


图1-3 小麦蛋白质结构对面团粘弹性影响图

中仅形成不太牢固的交联，可促进面团膨胀。

要想得到合乎要求的面团特性，则各种蛋白质必须有适当的比例。

面团吹泡示功器是测定面筋工艺性能的一种仪器。其方法是先将面团作成一定厚度的薄片，用压缩空气吹成气泡，气泡逐渐吹大，最后破裂。用仪器绘出曲线。如下图：

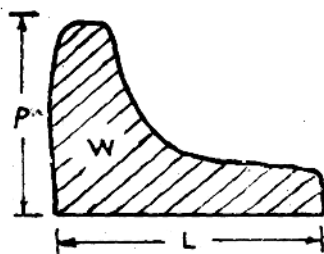


图1-4 面团延伸性曲线图。

L：以横坐标表示面团气泡的最大容积，与发酵面团的体积相适应。

P：以纵坐标表示面团薄片在吹泡时的最大阻力，用水柱压力cm表示。也可按面粉能吸收的最大水分来确定。

W: 表示功, 即单位重量的面团变成厚度最小的薄膜所耗费的功(尔格), 可由吹泡示功图的面积 cm^2 乘以变形面团薄片的平均重量(7.5克)。

P和W的数值愈大, 面团的筋力愈强。

$P:L=0.15\sim0.7$ 弹性较差, 延伸性好;

$P:L=0.8\sim1.4$ 弹性好, 延伸性好;

$P:L=1.6\sim5.0$ 弹性好, 延伸性差; 面团断裂或散碎。

W超过300尔格/克以上者为强力面粉。

W在180~220尔格/克之间者为中力面粉。

W在120尔格/克以下为弱力面粉

生产面包的面粉, 其 $P:L$ 值在0.8~1.4之间, W值在250~300尔格之间为最好。过强的面筋会延长发酵时间, 难以控制。

生产糕点和饼干时应选择面筋含量在20~26%, $P:L$ 值在0.15~0.7, W值在120尔格左右的面粉较为理想。

除了面团吹泡示功器用作测定面筋的工艺性能外, 还有粉质测定计、沉入式稠度计和塑性测定器和简易的量筒砝码式测定器等。

不同烘烤食品对面筋的工艺性能有着不同需求。面包要求弹性和延伸性好的面粉, 而绝大多数糕点和饼干则要求弹性、韧性和延伸性都不高而可塑性良好的面粉。如果进入食品厂的面粉的工艺性能不符合要求, 则需采用面团改良剂或其他工艺措施改变面粉的工艺性能, 使之符合制品的要求。

高温可以改变面筋的性质, 使面筋蛋白变性, 局部变性会使面筋的软胶强化, 使弱面筋的性质变强; 过度变性会破坏面筋的性质, 增加面粉的可塑性。