

现代绿色实用技术丛书之三

现代安全与健康食品

吕选忠 唐勇 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

现代绿色实用技术 / 吕选忠主编. — 北京: 中国

环境科学出版社, 2005.10

ISBN 7-80209-417-6

. 现... . 吕... . 无污染技术 IV . X38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 111295 号

内容简介

本书是《现代绿色实用技术丛书》之三。

本书环绕现代安全和健康食品的根本涵义, 详细地介绍了食品的成分、营养和色香味的作用。介绍了保健食品、强化食品、减肥食品、无公害食品、绿色食品、有机食品生物食品与转基因食品等的基本知识和各种食品的生产加工技术及营养成分、保健作用。本书内容丰富、技术性强, 有一些实用技术的介绍, 很有指导和实用意义。

本书可作为科技人员阅读的参考书和高等院校相关专业的教学参考书。

责任编辑 赵惠芬

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: http://www.cesp.cn
电话: 010-67112765

印 刷
经 销 全国各地新华书店
版 次 2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月第一次印刷
印 数 1—3 000
开 本 850 × 1168 1/32
印 张 7.5
字 数 210 千字
定 价 全丛书 3 册共计 35.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

目 录

引 言	1
第一章 食品概述	3
第一节 食品的成分	3
一、食品的概念	3
二、食品的成分与分类	4
三、食品成分的可组合性	6
第二节 营养素	6
一、营养素的概念	6
二、营养素的作用	7
第三节 食品的色、香、味与化学结构的关系	8
一、物质颜色与分子结构的关系	8
二、物质气味与分子结构的关系	10
三、味感与分子结构的关系	13
四、酸味、咸味、鲜味与辣味的化学	14
第四节 有关术语及概念	17
一、营养食品、营养状况与嗜好品	17
二、食物中毒	18
三、几个常用的英文缩写术语	25
第二章 食品的其他成分	27
第一节 食品中的核酸	27
一、核酸概述	27

二、核酸的性质	28	七、蛋类	59
三、核酸的代谢	29	八、乳类	60
第二节 食品中的酶	29	九、豆类	60
一、酶概述	30	十、硬果类	61
二、酶的性质	30	十一、水果类	62
三、重要的酶及其作用	32	十二、蔬菜类	63
第三节 食品中的激素	35	十三、食用菌类	64
一、激素概述	35		
二、激素的性质	36	第四章 保健食品	67
三、激素的作用	37	第一节 保健食品的概念及产生的原因	67
第四节 食品中的乙醇	38	一、保健食品的概念	67
一、乙醇的分布与性质	38	二、保健食品产生的原因	68
二、乙醇的作用	39	第二节 保健食品的分类	71
第五节 食品中的生物碱	43	一、国外保健食品的分类	71
一、生物碱概述	43	二、我国保健食品的分类与发展阶段	73
二、生物碱的作用	44	三、按加工方法分类的保健食品	75
三、重要的生物碱及其特性	48	第三节 保健食品举例	77
第三章 食品的营养价值	50	一、花粉食品	77
第一节 食品营养价值的考察方法	50	二、骨髓食品	77
一、营养价值的表示	50	三、红枣食品	78
二、要注意的几个问题	51	四、虫草食品	78
第二节 分类食品的营养价值各论	53	五、蚕蛹食品	79
一、谷类	53	六、黑五类食品	79
二、薯芋类	54	七、南瓜食品	80
三、油脂类	55		
四、畜禽肉类	55	第五章 强化食品与减肥食品	81
五、水产类	57	第一节 强化食品	81
六、海味类	58	一、有机锗食品	82
		二、黄酮类降压食品	83

三、强化乳粉	84	一、绿色食品提出的深层原因	119
四、强化面包	84	二、绿色食品概念的提出	120
第二节 减肥食品	86	三、发展绿色食品的意义	120
一、减肥食品的要求	87	四、发展绿色食品的必要性	122
二、低热量乳清饮料	88	五、绿色食品的发展现状	123
三、强化膳食纤维豆乳饮料	89	第三节 与绿色食品生产加工有关的技术	126
四、速溶减肥茶	90	一、绿色食品要解决的技术问题	126
五、红豆食品	90	二、绿色食品加工新技术	126
第六章 无公害食品	91	三、绿色食品包装技术	129
第一节 无公害农产品的概述	92	第八章 有机食品	130
一、无公害农产品的概念	92	第一节 有机食品概述	130
二、无公害农产品的特点	93	一、有机农业的概念	130
三、发展无公害农产品的意义	94	二、有机食品的概念	131
第二节 无公害农产品生产技术、管理体系和行业标准	96	三、有机产品的认证标志和有机食品的标识	131
一、无公害农产品生产技术	96	四、有机食品与绿色食品的区别	132
二、无公害农产品的技术管理体系	99	第二节 有机食品的发展概况	133
三、无公害农产品的行业标准	104	一、世界有机农业的发展	134
第三节 无公害农产品的产业化展望	111	二、有机食品市场的发展	135
一、无公害农产品生产现状	111	第三节 有机食品生产的关键技术	138
二、无公害农产品的市场前景	113	一、有机肥无害化处理与施肥技术	139
第七章 绿色食品	114	二、有机食品病虫害防治	143
第一节 绿色食品概述	114	第四节 有机食品生产与加工技术规范	146
一、绿色食品的概念	114	一、环境质量要求	146
二、绿色食品的标志	116	二、规范中的术语解释	149
三、绿色食品的生产要求	117	三、允许和限制使用的土壤培肥和改良物质	150
四、绿色食品的特点	118	四、作物病虫害防治允许和限制使用的物质或方法	151
第二节 绿色食品的发展现状	118		

第九章 生物食品	152
第一节 分子生物学知识概述	152
一、基因工程与相关生物工程的概念	152
二、基因的本质	153
第二节 蛋白质工程与食品	160
一、蛋白质结晶学	160
二、蛋白质工程的应用	161
第三节 酶工程与食品	163
一、纤维素酶的种类与来源	163
二、纤维素酶与食品	164
三、酶法生产的其他多糖	166
第四节 发酵工程与食品	167
一、发酵法生产单细胞蛋白	168
二、发酵法生产新型食品胶	169
三、发酵法生产食用色素和有机酸	175
第五节 细胞工程与食品	178
一、细胞工程	179
二、细胞融合技术的应用	179
第六节 生物技术与饮料	180
一、发酵乳酸饮料	180
二、植物蛋白饮料	188
三、生物保健饮料基料	189
第十章 转基因食品	195
第一节 转基因食品的概念与发展状况	195
一、转基因食品的概念	195
二、转基因食品国内外发展状况	198
三、转基因食品对人类健康和生态环境的影响	201
第二节 转基因食品的安全与管理	207

一、转基因食品安全问题的提出	208
二、国际上对转基因作物的管理	212
三、国际上转基因食品的安全与管理	213
四、中国转基因食品的安全与管理	218

参考文献	224
------------	-----

后 记	226
-----------	-----

引 言

食品学是研究食品的成分、性质、来源以及与人体关系的一门科学；营养学是研究食品在人体化学变化的科学。从学科建立的发展过程来看，食品与营养学基本上是在近、现代时期，由传统学科向边缘科学拓宽后逐渐形成起来的。同时，食品学与营养学之间也有很多的联系，有许多内容是相互重叠交叉的。所以，也可将食品学与营养学合并为人类营养学与食品，相信对于学习和探讨是更有好处的。从总体上来讲，与食品和营养学关系紧密的学科有生理学、生物化学、食品化学、营养化学、食品工艺学、烹饪学、食品卫生学、心理学等，与《化学生物学》也有密不可分的关系。

本书重点介绍食品分类、食品的成分、食品的营养价值等内容，涉及到食品营养学的一些基本内容。但我们的重点是对一些安全食品，如绿色食品与有机食品、无公害食品、生物食品和转基因食品等，介绍它们的概念、生产工艺、生产方法和管理办法。广义的生物食品也包括转基因食品，转基因食品一定是生物食品，但生物食品不一定是转基因食品，也就是说，转基因食品是有特定含义的。普通食品是泛指除安全食品外的一般食品，若带有保健功能可称为保健食品，如减肥食品等。所谓安全与健康食品主要指最近几年发展起来的一些新的食品，是特指经过政府有关部门认证、允许使用特别标志、有一套规范管理标准的食品的总称，它最主要的特点是污染（如农药残留、亚硝酸盐和重金属元素）控制得较严格，更安全、更有利于环境保护和人们身体健康。

就安全和卫生而言，无公害食品略高于普通食品，绿色食

品分为 A 级绿色食品和 AA 级绿色食品，比 AA 级绿色食品更严格的还有有机食品。由此不难看出，一般可将食品分为 4 个等级，由低到高依次是：普通食品<无公害食品<A 级绿色食品<AA 级绿色食品≤有机食品。绿色食品与有机食品是不同的，有严格的界定，它们除了对水、空气、土壤有严格要求外，绿色食品对化肥和农药有严格限制、但是允许使用；有机食品是绝不允许使用化学合成物质，如化肥和农药等。因此，有机食品能够更加保证人们的身体健康。

第一章 食品概述

食品有哪些成分，如何分类；人类营养素分为哪八大类，各自的生物学功能如何；食品成分的化学结构与色、香、味的关系等都是食品的基本问题，也是本章介绍的主要内容。

第一节 食品的成分

什么是食品，食品含有哪些成分，食品是如何分类的，这是本节要介绍的基本内容。

一、食品的概念

在阐述食品成分之前，我们有必要弄清楚什么是食品。一般认为，食品是经口摄入，可以维持人类生命活动（包括繁殖、生长发育等），能给人类提供能量，并具有某些特定的生物学功能的食物的统称。食物一般也称食品，有的可以生吃，如水果、干果和蔬菜（如黄瓜、西红柿等）；有的必须熟吃，如禽、畜、水产和绝大多数蔬菜等。食品还具有可加工性和可组合性等特点。

但是，使用食品定义来进行行业管理，则是比较困难的。所以，许多国家和地区为管理的方便和切实有效，大多制定了各自的食品定义，并将广泛的食品物质加以删减，以适合特定的国情和民俗。

《中华人民共和国食品卫生法》（1995年公布）规定，食品是

“指各种供人食用或者饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是药品的物品，但是不包括以治疗为目的的物品。”在这里，除了传统上的膳疗食品外，新研制和开发出来的膳疗食品已不属于食品之列了。由于膳疗食品是一类组分和性质适合一定年龄的人，在特殊情况、特殊环境条件下营养需要的食品，因此确定一种物质是以治疗为目的，还是以提供营养为目的，有时是比较困难的。

需要指出的是，从广义的角度上讲，有人认为，只有经过加工以后的食物才称为食品。作为一种概念上的区别，存在着食物包含食品的关系。为了使它们在概念上得到一致，我们认为，一切能够食用（包括加工后）的食物都是食品，这种简要的说法可能更为合适。

二、食品的成分与分类

食品成分是食品中含有的可以用化学方法进行分析的各种物质。用化学分解的方法，可以将食品分解为各种不同的成分。从纯化学的意义上讲，食品是由多种化学物质成分组成的一种混合物，或者说这种混合物一般都是由许多物质成分构成的，这也是大多数食品的共同之处。食品的成分分类见图 1-1。

一般可以将食品划分为内源性物质成分和外源性物质成分两大部分。其中，内源性物质成分是食品本身所具有的成分，而外源性物质成分则是食品从加工到摄食全过程中人为添加的或混入的其他成分。

食品的外源性物质成分，包括食品添加剂（调料）和污染物质两类，一般在食品中所占比例很小。但是，它们对食品的影响却是很大的。在适当的量比情况下，食品添加剂与污染物质往往呈现出相反的影响结果。

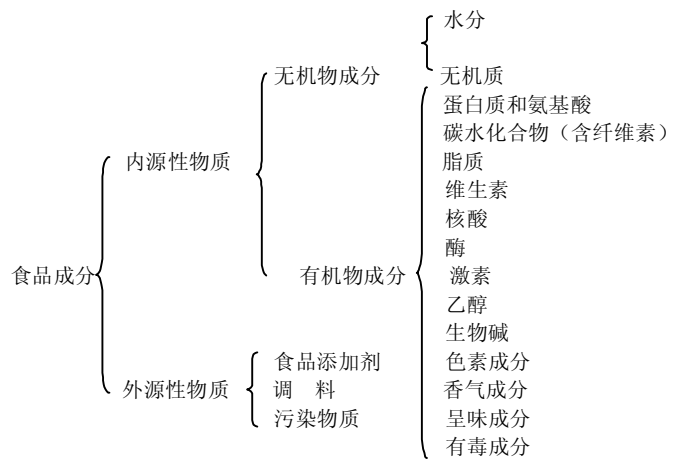


图 1-1 食品化学成分分类示意图

内源性物质分为两大类 15 种成分,是食品构成中的主要内容。其中,无机物成分包括水和无机质(亦称矿物质)两类,有机物成分则包括有蛋白质和氨基酸、碳水化合物(含纤维素)、脂质、维生素、核酸、酶、激素、乙醇、生物碱、色素成分、香气成分、呈味成分和有毒成分等,共计 13 类。

值得指出的是,以上对食品成分的划分,不是依据对物质的化学组成、性质等方面的考虑。像无机质、维生素、色素成分等,它们的具体物质、组成和性质上并没有多少共性。之所以这样区分,主要是从食品与营养学角度出发,把具有相同或相似功用的成分划分为一种类别,以便于对整个内容的探讨。

根据食品成分的含量,也可以将食品的成分大致分为八类,即:蛋白质、脂肪、糖类(亦称碳水化合物)、无机质(亦称矿物质)、维生素、水、膳食纤维素(统称纤维素)和甲壳素等,严格地讲纤维素和甲壳素都属于糖类。这八类是食品的一般成分,也是食品的主要成分,维生素、某些矿质元素和激素等则属于微量

成分。随着人类对营养学认识的深入,有人将膳食纤维素和甲壳素列入了人类营养素,这样人类营养素就有八大类。食品一般成分的含量总和基本上为食品成分总含量的 100%。但是,对于特殊食品,如白酒、饮料等并不具有这种关系。

三、食品成分的可组合性

从大量食品的化学分析结果可以知道,在各种食品的组分中,只有某些成分是相同的。而且,这些成分在食品中的含量也是千差万别的。因此说食品是一个混合物,食品是一种成分或多种成分或全部种类的一种组合。换句话讲,由各种食品成分可以组合出各种各样的食品,这就是食品成分的可组合性。正是由于组合性,才造就出了各种食品内在的差别,使我们不得不对食品的营养价值有一套评价体系和标准。

食品是一种混合物及食品成分的可组合性,将贯穿于整个食品和加工及营养学领域。

第二节 营养素

什么是营养素,其营养功能和生物学作用如何,这里略作介绍。

一、营养素的概念

营养素是维持机体健康以及提供生长、发育和劳动所需的各种食品中所含有的营养成分。主要包括碳水化合物、脂肪、蛋白质、无机质、水、维生素、膳食纤维素、甲壳素,被称为人类八大基本营养要素,简称营养素。

机体摄取、消化、吸收和利用食物中各种营养素的整个过程,

就是营养。实际上，营养也就是人类从吃进食物到最终排泄废物的全部阶段中，食物成分的变化作用。

在营养学领域，人们将食物中各种营养素的含量及其被机体消化、吸收利用程度高低的相对指标称为营养价值。特别是在人们的饮食文化生活中，“食品的营养价值”是常被人们谈论的内容。一种食品，如果富含某一种或某几种营养素，且易被消化和吸收利用，那么这种食品就具有较高的营养价值。但是，食品的商业售价，往往与食品本身所具有的营养价值不构成直接比例关系。

二、营养素的作用

营养素主要是指除水外的 7 大类物质，其中蛋白质、脂肪、糖类统称为人类三大营养素。从分类上来讲，是化学上更为接近的化合物种类，可以认为它们是由各系列的一组近似化合物所组成的三大类别。糖类可包括膳食纤维和甲壳素，在化学成分上有相似性。但是，无机质和维生素化合物在化学上则是千差万别的，只是从生理作用这一点上看，它们代表了两个不同的分类类别。营养素的作用主要有以下三点，见表 1-1。

表 1-1 部分营养素及其作用表

营 养 素	作 用
糖类（纤维素、甲壳素）	能 源*
脂 质	
蛋 白 质	构成身体组分、调节**
无 机 质	
维 生 素	保证、调节***
水 分	
	溶解、运输物质

引自金龙飞编著《食品与营养学》，中国轻工业出版社，1999 年。作者有改动。*补充能量；**维持身体的构成；***对机体的功能和行为给予保证和调节。

表 1-1 只是一种近似的概念性划分。实际上各种营养素的生物学功能要复杂得多。例如脂肪虽然具有补给能量的功能，但是它与身体构成以及调节方面也有关系。碳水化合物、脂质、蛋白质是补给能量的成分，所以有人称其为热量素。同样的，相对应的蛋白质、维生素、无机质三种物质又有保证素之称。其中，蛋白质是既被称为热量素又被称为保证素的化合物。

第三节 食品的色、香、味与化学结构的关系

食品中的有机化合物，从化学上来讲就有其特定的结构，且结构与食品的色、香、味有密切的关系。

一、物质颜色与分子结构的关系

（一）颜色产生的原因

物质选择性地吸收了可见光中某种波长的光，它就会呈现出与之互补光的颜色（互补色是由甲、乙两波长不同的单色光，经混合后变成人类眼睛观察到的白光，这一对颜色，称为补色，例如蓝色 435~480nm 的补色是黄色 580~595nm，即蓝光与黄光混合得到的是白光）。高锰酸钾溶液的最大吸收波长在 525nm 附近（可见光谱中绿色部分），也就是可吸收绿光，由于绿光与紫色光为互补的，故高锰酸钾呈现深紫色。物质呈现不同的颜色，正是选择性吸收不同波长的光造成的。

为什么不同的物质能吸收不同波长的光？这与物质的内部结构有关，物质在外界能量的作用下（包括光的照射），分子发生相应的电子跃迁和分子转动及振动的跃迁，以电子跃迁为主。跃迁过程中有一定能量的变化，跃迁能相当于被吸收的电磁波的能量。

因此，不同的分子，其内部的电子跃迁情况是不同的，故可选择性地吸收不同波长的光。

(二) 有色有机物的分类

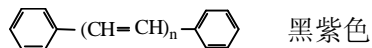
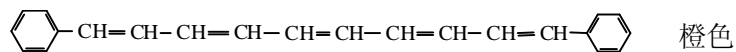
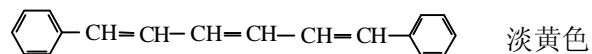
1. n- π^* 发色体

凡含有 N、O、S 等原子的不饱和分子，杂原子的孤对电子跃迁只产生强度较低和波长较长的吸收带，这种跃迁叫 n- π^* 跃迁。此种跃迁相当于杂原子非键轨道上孤对电子中一个电子激发到分子的 π^* 空轨道上（通常是最低的 π^* 空轨道）。

跃迁在分子产生颜色的过程中起着重要的作用。由于存在着 n $\rightarrow\pi^*$ 吸收带，简单分子也可以产生很深的颜色。

2. π - π^* 发色体

存在着 π - π^* 吸收带而产生颜色的有机化合物可分成两大类：一类为含有奇数碳原子，另一类为含有偶数碳原子。上述两类以后者与颜色的呈现最为密切的关系。这类化合物可以看成一系列共轭双键的开链或闭环的化合物，当 π 轨道的共轭长度达到在可见光区产生 $\pi\rightarrow\pi^*$ 吸收带时，化合物便会显色。



胡萝卜素类是存在于自然界中的一类重要有色物质，其发色体为非环多烯型结构。这类化合物存在于很多有鲜明色泽的花朵中，以及红、黄色的蔬菜、水果与某些动物体身上。类胡萝卜素（Carotenoid）包括了多烯烃所有官能团的衍生物，如醛、羧酸、

酯的衍生物等。而胡萝卜素（Carotene）专指母体为烃的体系。

番茄红素（Lycopene）是胡萝卜素的异构体，最高吸收峰波长约 470nm，分子式为 $C_{40}H_{56}$ ，有 11 个共轭双键。

胡萝卜素类色素是在很多食用植物中发现的（例如桔子、胡萝卜、番茄等）。例如**b**-胡萝卜素，它存在于胡萝卜中，也和叶绿素结合而存在于绿叶中，已能进行工业化生产，常用于果酱和人造奶油的着色。

对水溶性的花色素来说，其基本环中既存在着 n- π^* 电子跃迁，又存在着 π - π^* 电子跃迁。

二、物质气味与分子结构的关系

不同分子结构的物质，呈现出不同的气味，因此气味与分子结构有关。

(一) 嗅感的本质

物质的气味，总是以灵敏的嗅感引起的，嗅感的本质是一种化学感。不同气味的分子有其不同的几何形状，当它们以不同分子态进入鼻腔不同部位的接受微孔，进而刺激末端神经时，方感觉到不同的气味，这便是嗅觉产生的过程。被嗅物质必须具备下列条件才可以被嗅到：

(1) 被嗅物质必须有挥发性。例如洋葱与铁，洋葱有挥发性油，可以蒸发到空气中被嗅到，但铁则不能。

(2) 必须溶于水（即使溶解度很小也可以）。如果完全不溶于水，那么它将被包在表面的水膜阻挡，而达不到神经末端。

(3) 在脂肪中可溶。由脂肪层穿透神经末梢（由于脂肪层构成每个细胞部分的表面膜）。

在上述条件下，发现不同化学活性的异构体，可以有不同的气味。苯环上官能团位置的改变可以引起化合物气味的改变，但

直链大分子或大环(C₁₄~C₁₀)上官能团位置的变动,对气味没有影响。这说明了物质气味的主要因素是分子整体的几何形状,而不是它结构上的某种特殊组成的结构。

(二) 食品的香味与化学结构的关系

有恶臭气味的物质则含有下列几种基团: -SH、-S、-N≡C、-As=及有芳香基的-OH、-O-、-CN等。

(1) 香味物质与化学结构的关系。主要是不饱和结构与香气的关系,通常化学不稳定物质的香气常较稳定者强,即不饱和结构虽非香基之一,而对香气有显著影响。一般不饱和结构能增加香气的强度,双键结构增加芳香气味,三键结构则有产生恶臭或刺激性不愉快香味的倾向。

(2) C₁₀以上的脂肪族化合物。随着分子量的增加,其香味逐渐减弱。C₁~C₃有轻而佳的香味,C₆~C₉香味较浓。甲醛有对人体有害的轻香味。戊醇、异戊醇及丁醇等有使人麻醉感的香味,是存在于发酵原料中的芳香成分。它如含有不饱和键时,其芳香程度就会加强。如3-己烯醇,有强烈的青草香味,存在于绿茶及红茶的茶叶中,是一般绿叶中所含的芳香成分。

酱油中含有的香气成分为甲硫丁醇(Methionol),结构式为:CH₃-S-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂OH,它可与氨基酸形成有特殊香味的酯。其他如香茅醇(Citronellol)CH₂=C(CH₃)·CH₂·CH₂·CH₂·CH(CH₃)CH₂CH₂OH,香叶醇(Geraniol)(CH₃)₂C=CH·CH₂·CH₂·C(CH₃)=CH·CH₂OH及芳樟醇(Linalool)(CH₃)₂C=CH·CH·CH₂·C(CH₃)OHCH=CH₂等都是香辣料主要的香气成分。

低级脂肪酸有刺激性臭味,如蚁酸、醋酸及酪酸等含有不愉快的酸臭味,人体排出的汗因有低分子量的脂肪酸,故也有一定的臭味。

一般酮类都有香味,如丙酮,有轻快的香气,丁香及桂皮因含有甲戊酮、甲壬酮等香气物质,均有强烈的果实香气。

发酵食品中的乙醛、丁醛、戊醛及香油中的己醛、庚醛、辛醛、壬醛、癸醛等均为特殊的呈香物质。

水果中的香气常为醇与甲酸、乙酸所生成的酯类,桃子的香味中含有甲酸与乙酸,梨子的香味中含有甲酸异戊酯,香蕉的香味中含有异戊酸异戊酯,苹果的香味中含有甲酸戊酯、乙酸异戊酯、丁酸甲酯。

(3) 芳香族化合物之香味物质。一般在柠檬、柑桔及一些香辛料中含有甲苯及类似甲苯母体的衍生物。

(4) 臭味物质。主要是通过动、植物蛋白质分解而产生,例如:甲胺、乙胺、二甲胺、三甲胺、1,4-丁二胺(腐胺)、1,5-戊二胺(尸胺)及吲哚、3-甲基吲哚等。另外含硫的化合物也有臭味(或香味)。

含-SH基,例如R-SH,随分子量增加其臭味增强。半胱氨酸的分解产物,例如HO·CH₂CH₂·SH则有强烈臭味。维生素B₁有糠臭是因为分解后产生噻唑的缘故。大蒜内的香气成分60%为二烯丙基二硫化物(Diallyldisulfide,CH₂=CH-CH₂-S-S-CH₂-CH=CH₂),特异臭味则是由二烯丙基三硫化物及硫化二乙烯、甲硫醇等引起的。

(5) 一般食品的香气。蔬菜如洋葱、韭菜、大蒜、葱等的香气成分以挥发性的硫化物为主。茶叶中所含的香精油大约有25种以上的醇、醛、酚或其他酸性物质,香精油(essential oil)的60%为β、γ己醇,是茶叶清香的主因,故有人称β、γ己醇为茶叶醇。动物性食物如鱼类的气味也可以称为鱼臭,它可以分为生鱼臭、鲜鱼臭(鱼死后腐败产生的恶臭味),臭味的主体为三甲胺,鱼死后才会产生。鱼体液中所含的三甲胺氧化物O=N≡(CH₃)₃并无臭味,但鱼死后由于细菌的作用,被还原成三甲胺即产生臭味。鱼体液中还含有一定的尿素,鱼死后分解为氨,也增加了臭味。淡水鱼中三甲胺含量较少,约4~6mg/kg,鱼臭非三甲胺所致,一般认为是胡椒的辣味成分——胡椒碱分解生成六氢吡啶的结果。

三、味感与分子结构的关系

人的味觉主要是由于舌的味蕾内含有味细胞，接触食品中的呈味物质，并受其刺激，传到中枢神经，而产生味的感觉。中国自古以来就有五味，也就是所谓的酸、甜、苦、辣、咸。真正的味感只有4种，即甜、酸、苦、咸，附带伴随：鲜、涩、暖、凉、辣、淡等各种味感。味感的产生起始反应限于质子的中和（酸），盐键的交换（咸），氢键的形成（甜）和疏水键合（苦）。味刺激能否成功地进入受体穴位，似受金属离子控制。味感如果持续刺激也会产生疲劳。从呈味物质的化学键来看，质子键、盐键、氢键、范德华键的结构能分别产生酸、咸、甜、苦的滋味，故味感为化学感是有道理的。

味的化学感是什么化学性质的反应，目前很难得出结论。味刺激时间仅需1.5~4.0ms，较视觉刺激时间（13~45ms）快一个数量级，故味觉几乎已达到神经传导的极限速度。以咸感最快，苦感最慢。对麻醉剂的反应是苦味消失最快，恢复最慢；酸味消失虽慢，但恢复最快。增高温度，酸味不变，甜味加强，而咸味、苦味削弱。4%~24%酒精能降低酸味及咸味，增强甜味和苦味。各种味道同时存在时，有彼此削弱的作用。服用铜、锌等盐类能增强或恢复味感。最辣、最甜、最鲜的物质均与其碳链长度有关。结构极相似的物质常有极不相同的味道，结构极为悬殊的分子又可有相同的味道，甚至用电刺激也能产生各种味感。现还有各种变味剂：有的使水变甜（如朝鲜蓟），有的使酸变甜，有的变甜、苦为酸。在吃了蔗糖以后，喝水会感到水有酸味；吃盐以后，感到水有酸、苦味；在适应了酸、苦味后感到水有甜味；甜味盲患者对不同甜味剂感到有苦、酸或咸味。从任何单纯化学观点都难以解释以上这些有关味觉的特殊现象。这是摆在有关科学家面前的一个难题。

四、酸味、咸味、鲜味与辣味的化学

在味觉的结构性能关系中，酸味与咸味较简单，主要是正离子的作用，鲜味主要是负离子起作用。

（一）酸味剂

在pH值相同的情况下，各种酸的酸味大小取决于其助味基负离子。有机酸酸味一般大于无机酸，有机酸及其负离子在酸受体表面有较强的吸附性，这样减少了酸受体表面正电荷密度，也就是减少了对质子的排斥力。更长碳链的羧基负离子对酸味有抑制性，所以C₁₀以上羧酸无酸味。酸味与pH值无定量的关系，因此酸味与未解离的酸分子有关。酸中的阴离子是酸味夹有其他味道之来源。有机酸中之柠檬酸、酒石酸、乳酸一般有单纯而爽快的酸味，醋酸、苹果酸也有快感之酸味。大多数食品pH值约在5~6.5之间，食醋及某些水果其pH值在3以上才适合人的食用。酱油一般pH值在4.5~5.0之间，这样不仅有特殊的酸味，还有一定的杀菌作用。氨基酸当调味品时，酸性越高其臭味也就越小，能增加其风味，但味精对柠檬酸、琥珀酸、酒石酸等有竞争性抑制作用，故添加味精于水果中是有损无益的。

（二）咸味剂

咸味的程度一般是由阳离子决定的，阳离子是呈附加味道，如钠离子有微苦味，钾及铵离子有弱苦味，钙离子有不愉快的涩味，镁离子的苦味最强。而氯离子是咸味的主要来源。有机盐的咸味，有的也由阴离子支配，如苹果酸钠，葡萄糖酸钠等仅有微弱的咸味。咸味感是进化中发展最早的化学感之一。人对盐和对水一样，均有普遍性的喜爱，这说明人还保留了在生理上调节盐和水需求的本能。咸、苦、酸的受体分别为不同性质的磷脂组成，

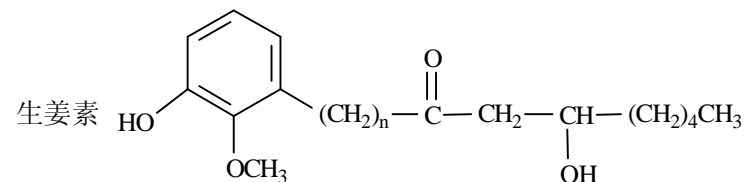
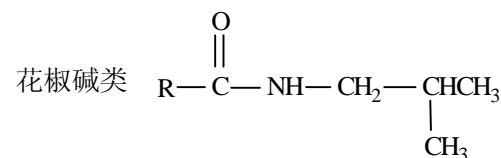
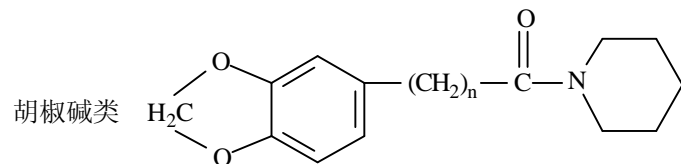
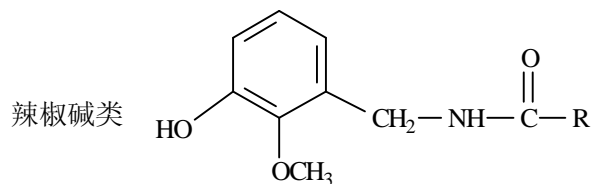
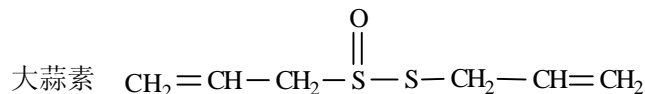
不同理化性质的离子将选择与不同性质的磷脂受体相结合。有许多有机酸，如 α -羟酸盐有甜味、谷氨酸盐有鲜味，这是因为这类盐在各受体之间有竞争选择性吸附，掩盖了仅占很小比例的咸味。随着咸味剂水溶液浓度的变化，其味感也将发生改变。

(三) 鲜味剂

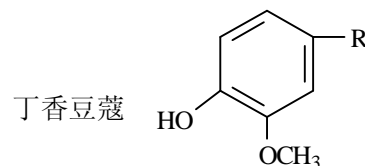
食品的鲜美可口，是因为其中含有少量的鲜味物质，即 L-谷氨酸氢钠及 5-肌苷酸二钠等，前者叫老味精，后者叫新味精。它们分属两种不同类型的结构，是分别由蛋白质和核酸降解的基元分子。市场上出售的味精就是由这两种化合物组成的。

(四) 辣味剂

辣味剂常见的有辣椒碱类、胡椒类、大蒜素、花椒碱类、生姜素、芥子油等。



芥子油 RNCS



以上化合物都是两亲性分子。定味基是极性头，助味基是非极性尾。辣味随尾链 R 增长而加剧，尾链 C_n 中 $n=9$ 时，达到高峰，然后陡然下降。

如无顺式双键或支链， C_n 中 $n \geq 12$ 将丧失辣味。一般脂肪醛、醇、酮、羧酸的烃链长度增长也有类似的辣味变化。极性较小的分子如： $\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ ， $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{X}$

($\text{X}=\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{O}}-\text{C}-\text{R}$ ， $-\text{NO}_2$ ， ONO ， NCS) 等也有辣味。链长超过了 $n-\text{C}_{12}$ 者，如在 w -位邻近有顺式双键还有辣味。烃键上有极性基时可产生苦味：姜酚、二氢姜酚和氧化的亚油酸均有苦味。顺式双键愈多愈辣，例如胡椒碱，反式双键影响不大。双键在 C_9 位影响最大。多功能团基短链分子，如氨基酸、羟基酸可有酸、咸、苦、辣、甜、鲜、淡等多种不同味道，当烃链过长则味同嚼蜡。辣感不同于其他味感，不局限在舌上，咽喉和鼻腔内的辣感也很强，故列为一般的化学感。将 30% 的辣椒涂于人皮肤上，5min 可感到

发热，继以充血，局部升温 2℃左右。我国民间常用红糖姜汤的单方发汗治感冒，是有根据的。

第四节 有关术语及概念

在与食品有关的研究当中，常常出现一些术语，这里介绍几种与食品有关的术语，特别是对食物中毒做了较详细的介绍。

一、营养食品、营养状况与嗜好品

(一) 营养食品

营养食品是为满足消化或代谢过程不正常的人对营养的特殊需求，也可以通过控制食物或某些营养素的摄入以满足需特殊疗效的人而制作的食品。这种食品往往需要通过认真地计算和仔细地观察试验才能确定。大多数情况下，可以按照人类各种生理失调病人对营养的特别需要，或者是健康人对营养的额外要求来调制或组合各种营养食品。

(二) 营养状况

营养状况是指与营养有关的身体状况，有个体与群体之分。一般涉及某种特殊营养素，如铁、蛋白质、维生素等。有时，也会有针对全部营养素的综合评价，即为全面营养状况。

(三) 嗜好品

嗜好品主要是指刺激分泌活动、刺激神经系统活动，尤其是刺激感官活动的物质。由于时间、个体和环境等的不同，有时会出现此时此地此人此物为嗜好品，而彼时彼地彼人彼物却不是嗜

好品的问题。一般认为嗜好品与人的个体性关系比较紧密，这也就是所谓的嗜好品“因人而异”性。

二、食物中毒

食物中毒，一般认为是健康人摄入了正常数量的、可食状态的有毒食物，所引起的、以急性过程为主的疾病。它与机体个体本身有很大的关系。因此，常常会出现吃同样的食品，有人出现食物中毒，而有人却没有出现症状的现象。所以，食物中毒是一个很复杂的问题，它的结论往往会产生前后矛盾，或者可以出现多种解释。

食物成为“有毒食物”而引起的食物中毒，主要有以下几方面的原因：

食物被某些致病性微生物污染并急剧繁殖，以致食物中含有大量的活菌或存在大量的毒素；有毒物质混入食品（如造假者添加了有毒物质，但造假者并不十分清楚）或物质外形与食品相似，但本身含毒被人误食；贮存不当产生了毒素；加工烹调方法不当，未除去食物本身所含有的有毒成分等。

食物变态反应性疾病、非经口摄入致病，或经食物感染肠道传染病和寄生虫病及食用非正常数量、非可食状态的食物所引起的病态反应，都不属于食物中毒。

食品中那些对人体有害或可能有害的成分，一般称为有毒成分。有毒成分就其来源而言，可分为植物性有毒成分和动物性有毒成分，也有其他的中毒（如化合物中毒）。

(一) 植物性有毒成分

已发现的植物毒素约有 1 000 余种，大部分都属于植物次生性代谢物，主要的种类有氰苷、皂苷、茄碱、棉籽酚、毒菌的有毒成分以及植物凝集素等。

1. 毒苷物质

它主要有氰苷、硫苷和皂苷等多种类型。

(1) 氰苷类 主要存在于某些豆类、核果和仁果的种仁以及木薯的块根等植物体中。当氰苷发生降解，产生氰氢酸时，才表现出比较严重的毒性作用。当摄食量比较大时，如果抢救不及时，会有生命危险。

(2) 硫苷类 硫苷类为有毒成分，又称为致甲状腺肿原，主要存在于甘蓝、萝卜等十字花科蔬菜及葱、大蒜等植物中，绝大部分致甲状腺肿原物质往往贮藏在它们的种子中，过多的摄入可引发甲状腺肿大。

(3) 皂苷类 皂苷即皂素，是一种分布很广泛的苷类物质。常用作饮料（如酒、柠檬水等）的起泡剂或乳化剂。皂苷具有破坏红血球的溶血作用，所以当食用过量时，即可引起中毒。中毒症状为：喉部发痒、噎逆、恶心、腹痛、头痛、晕眩、泄泻、体温升高、痉挛、最后因麻痹而死亡。皂苷的代表物质为大豆皂苷和茄碱，其本身具有溶血作用。大豆皂苷存在于大豆中，含量甚微。热加工以后的大豆及其制品对人、畜没有毒害现象。

(4) 茄碱 它称为龙葵碱或龙葵素，存在于茄子、马铃薯等茄属植物中，其毒性极强，即使在煮熟的情况下也不易被破坏。一般情况下茄碱的含量很小，所以不会使食用者发生中毒。发芽的马铃薯及变绿的马铃薯表层，茄碱含量会大幅度提高，人食用一定量后，往往会出现中毒现象。中毒症状为：腹痛、呕吐、战栗、呼吸及脉搏加速、瞳孔散大，严重者可发生痉挛、昏迷和虚脱。

2. 毒酸成分

主要指草酸及草酸盐（如草酸钠或草酸钾）。草酸及其盐广泛地存在于植物中，它在菠菜、豆类、黄瓜、食用大黄、甜菜中的含量比较高，有时可达到 1%~2%。食用含草酸或草酸盐多的蔬

菜，会产生急性草酸中毒性状，其表现包括：口腔及消化道糜烂、胃出血、血尿等症状，严重者会发生惊厥。动物性实验结果表明，食用菠菜等含草酸多的食物并不会发生缺钙的现象，与一种普遍的社会认知结果是相反的。

3. 毒酚

主要指棉籽酚，属于酚类物质。它能使人体组织红肿出血、神经失常、食欲不振，长期食用后还会影响生育能力。

4. 毒胺

毒胺的成分主要是指苯乙胺类衍生物、5-羟色胺和组胺，大多对血压都有强烈的升高作用，同时还可以造成头痛现象。

(1) 毒胺 其成分一般是微生物的代谢产物，许多水果和蔬菜中存在着微量的这类物质。由于果蔬中毒胺成分的含量甚小，所以一般不会引起中毒。

(2) 毒芹碱 它主要存在于斑毒芹、洋芫荽菜（洋芹菜）、水毒芹菜等芹菜一类植物中。毒芹碱中毒，主要是由于洋芫荽与芫荽相误认、毒芹叶与芫荽及芹菜相误认、毒芹根与芫荽根或莴笋相误认、毒芹果与八角茴香相误认等造成的。毒芹碱的致死量为 0.15g，最快可在数分钟内致人死亡。中毒症状为运动失调、由下上行发生麻痹，最终导致呼吸停止。

5. 毒氨基酸

有毒氨基酸成分包括它们的衍生物，大多存在于豆科植物的种子中。

(1) 山黧豆毒素 存在于山黧豆中，它是由两类毒素成分构成的。第一类是致神经麻痹的成分，即 **a**, γ -二氨基丁酸、 γ -N-草酰基-**a**, γ -二氨基丁酸和 **b**-N-草酰基-**a**, **b**-二氨基丙酸；第二类是致骨骼畸形的成分，即 **b**-N-（ γ -谷氨酰）-氨基丙腈。典型症状

是肌肉无力、不可逆的腿脚麻痹，严重者可死亡。

(2) **b-氰基丙氨酸** 它存在于蚕豆中，是一种神经性毒素。中毒症状与山豆中毒相似。

(3) **刀豆氨酸** 存在于豆科植物的蝶形花亚科植物中，为精氨酸的同系物。它在人体内是一种抗精氨酸代谢物，中毒效应也因此而起。加热或煮沸可以破坏大部分的刀豆氨酸。

(4) **L-3,4-二羟基苯丙氨酸** 又称多巴，主要存在于蚕豆中。主要中毒症状是急性溶血性贫血症，在摄食过量的青蚕豆后 5~24h，即开始发作，经过约 24~48h 的急性发作期后，大多可以自愈。

6. 毒菌

我国所发现的毒菌约有 80 多种，其所含的有毒成分和含量各不相同。主要成分为鹅膏菌毒素和鬼笔菌毒素，鹅膏菌毒素的毒性大于鬼笔菌毒素，它们的毒性都是作用于肝脏部位。一个重 50g 左右的鹅膏菌，即足以毒死一个成年人。绳菌碱、光盖伞菌、花褶伞菌（粪菌）等菌中所含的光盖伞素和去磷酸光盖伞素，可使人出现精神错乱、狂舞、大笑，产生极度的愉快感觉。

7. 有毒植物蛋白

主要是指凝集素和消化酶蛋白质抑制剂。

(1) **凝集素** 即植物红血球凝集素，是豆类及豆状种子中含有的一种能使红血球细胞凝集的蛋白质。当生食或烹调加热不够时，会引起食用含有凝集素籽实者恶心、呕吐，严重时可致死亡。含有凝集素的植物籽实有蓖麻、大豆、豌豆、扁豆、菜豆、刀豆、蚕豆、绿豆、芸豆等。主要凝集素的种类有：大豆凝集素（即糖蛋白）；蓖麻毒蛋白（也称蓖麻毒素），毒性极大，2mg 即可中毒死亡；动物试验表明，菜豆属豆类凝集素可以明显地抑制大白鼠的生长，在高剂量时可导致死亡。

(2) **消化酶蛋白质抑制剂** 对食品成分起障碍的抑制剂中，主要有胰蛋白酶抑制剂、卵白的粘蛋白及淀粉酶抑制剂等。淀粉酶抑制剂，主要存在于小麦、菜豆、芋头、芒果及未成熟的香蕉等食物中。由于生食或烹调加热不够，使淀粉酶抑制剂得以发挥作用，使食物中的淀粉不能被机体吸收、消化和利用，大部分被直接的排泄掉了。长此以往，人的营养素吸收下降，使生长发育受到影响。

(二) 动物性有毒成分

动物性有毒成分大多为鱼类和贝类毒性物质。有些是其本身具有的，有些则是机体死亡发生变化而产生的，还有一些则是食物链效应产生的。

1. 无鳞鱼毒素

无鳞鱼是指一些海产鱼及龟、鳖、鳝等鱼类。有报道指出，食此类鱼后可以发生中毒，也有人持怀疑态度。有人认为，在这类鱼死亡后比较长的时间才开始烹调食用，则可能发生中毒现象。中毒原因尚未最后定论。据认为，无鳞鱼体内组氨酸成分的含量很高，机体在鱼死亡后发生一系列变化，而产生比较多的毒性和比较强的有机胺类物质，使食用者发生恶心、呕吐、腹泻、头昏等症状。

因贮藏不当，鱼类发生非细菌性腐烂也可以产生有毒成分。这种毒素可以使人的脑中枢发生中毒症状，这种有毒成分有人称为 Saurine。

无鳞鱼毒素属于肉毒鱼类，肉毒鱼类的主要成分是一种叫“雪卡”的毒素，是一种不溶于水的脂溶性物质，对热十分稳定，是一种外因性和累积性神经毒素，具有胆碱酯酶阻碍作用，类同于有机磷农药中毒的性质。全世界肉毒鱼类有 300 多种，我国有 30 多种，主要包括海鳝科、鲷科、笛鲷科、蛇鲭科、裸颊鲷科、隆

头鱼科、刺尾鱼科等科属中的有毒种类。主要分布在我国南海诸岛和广东省沿海，少数几种见于东海南部及台湾省。

肉毒鱼类的含毒原因十分复杂。某些毒素具有反复无常的特性，是波动性的，无规律可循。有些鱼类在某一地区是无毒的，可食用，但在另一地区却是有毒的；有些鱼类平时无毒，在生殖期却产生毒素；有的鱼幼体无毒，而大型个体有毒。因此，这些鱼类是热带地区最常见、最容易误食中毒的鱼类之一。

另外还有胆毒鱼类，指胆汁有毒的鱼类，其典型的代表是草鱼，其次是青鱼、鲤鱼、鳊鱼、鲢鱼等。胆毒鱼类指胆汁含有组织胺、胆盐、氰化物及其他胆汁毒素，其毒性大小与其含量有关。

鱼胆中毒使胆汁毒素严重地损伤肝、肾，造成肝脏变性、坏死、肾小管损害、集合管阻塞、肾小球滤过减少，尿液排出受阻等，在短期内即可导致肝与肾功能衰竭、脑细胞受损、严重脑水肿、心肌受损，严重者会出现心血管与神经系统病变，病情急剧恶化，最后死亡。

2. 河豚鱼毒素

它主要存在于河豚的卵巢、肝脏、肠、皮肤、血液、眼球及卵中，是河豚鱼的主要有毒成分。世界上有豚毒鱼类 200 多种，我国产有 40 多种，以近海肉食性底层鱼东方鲀为代表，河豚鱼毒素毒性很强，是最为有名的毒性物质之一。

河豚毒素包括河豚素、河豚酸、河豚卵巢毒素及河豚肝毒素等，河豚素为无色针状结晶，属动物性碱，稍溶于水，非常耐热，一般烹调和杀菌温度都不能使其完全失活。当在碱性或强酸环境时，河豚毒素则不稳定。

河豚毒素发生作用的时间很快，食用或误食后，马上就使神经中枢和神经末梢发生麻痹，最后可以导致呼吸中枢和血管神经中枢麻痹，并且特别容易造成死亡。

人们已发现的带有河豚鱼毒素的动物还有虾虎鱼、蝶螈、斑

足蟾、蓝环章、东风螺、法螺、蛙贝、槭海星、爱洁蟹等。

3. 海产藻类和贝类毒素

例如，沙海葵毒素已经被人们分析鉴定出来，蓝藻门和甲藻门中的许多新毒素也成功地被分离出来。大多数的海洋毒素中毒途径为：由微型藻类毒素→鱼、贝类染毒→人、畜食物中毒。

(1) 石房蛤毒素 简称为 STX，主要存在于双壳类、膝沟藻和蓝藻类，是经由贝类食物携带的有名的毒性成分。STX 是一种麻痹性贝类物质毒素，是低分子量毒素中毒性很大的一种，估计的致死量为 1~4mg。在贻贝、扇贝等多种软体动物中，引起麻痹性贝类中毒的毒素还有 10 多种已被鉴定出来。STX 中毒的症状为：口、唇、舌、指尖麻木，而后涉延至大腿、双臂和颈项，最后发展到全身，严重者可在 2~12h 发生死亡。贝类中毒的发作时间很快，大多在食用后几分钟开始。

(2) 西加中毒 它是常见的海洋食用鱼类所引起的食物中毒现象，目前列为公害问题。西加中毒范围很大，已查出约有 400~500 种鱼类可以引起西加中毒。西加中毒的生物来源是一种新属新种的甲藻，称为剧毒岗比甲藻。它含有西加毒素（简称为 CTX）、刺尾鱼毒素、鹦嘴鱼毒素和西加毒肽等有毒成分，所有这些成分都具有极高的毒性，其中以 CTX 毒性最大，CTX 对人的中毒剂量（口服）估计为 0.1~0.3μg。西加中毒的表现症状有神经方面的症状，也有消化道方面的症状。一般有感觉异常、温感颠倒、头晕目眩、运动失调、关节疼痛、搔痒、腹泻腹痛、血压下降等，很少有死亡报道，中毒后身体复原十分缓慢。

(3) 下痢性贝类中毒 主要是由于人们食用了染毒的贝类引起的。毒素的来源是两种鳍藻和利马原甲藻，它们含有鳍藻毒素和扇贝毒素。中毒的主要症状为下泻、呕吐和腹痛。

(4) 岩沙海葵毒素和短裸甲藻毒素 岩沙海葵毒素主要存在