## 《分子食品学》教学大纲

**一、基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程代码**： | FQS004 | **课程性质**： | 专业核心课 |
| **课程名称**： | 分子食品学 | **英文名称**：Molecular Food Science | |
| **学时/学分**： | 32/2 | **开课时间**： | 大二（下） |
| **适用对象**： | **食品质量与安全** | | |
| **先修课程**： | 普通化学，物理化学 | | |
| **大纲执笔人**： | 陈忠秀 | **大纲审核人**： | 陈忠秀 |
| **修订时间**： | 2023-09 | **当前版本**： | 2023 |

**二、课程描述**

《分子食品学》是一门食品化学类课程，为食品质量与安全专业的专业核心课。课程基于食品分子间相互作用原理，以组成食品体系各类物质的分子尺度为主线，贯穿食品中的小分子、离子、两亲性分子、脂质、小分子糖类、多糖大分子、蛋白质大分子和食品胶体等知识模块。课程旨在从食品关键成分的分子结构和分子间相互作用的层面，解读食品宏观性状、品质和功能的化学本质；培养食品专业学生的化学思维能力；提高学生对食品品质、营养、功能等背后化学机理的分析能力；提升食品专业学生的科学研究潜力。同时，增强学生对中国传统食品的认知，增强文化自信；提高学生对“健康中国”国家战略的认识，增强食品安全的责任意识，提升解决食品质量与安全相关复杂问题的辩证思维和科学精神。

**三、教学目标**

1.能够认知食品微观分子的物理、化学变化和介观层面微纳米结构形成的化学原理，建立基于分子间相互作用、有逻辑层次的食品化学知识体系，正确认识并表达国内外食品质量与安全领域的复杂工程问题。

2.能够掌握文献查阅方法，在对典型中国传统食品和全球视野科学文献学习的基础上，提升对中国食品产业、食品文化的认同和自信。通过文献研究，能够提出多种解决食品品质控制与安全检测相关问题的方案。

3.能够基于食品组分的化学结构、运用食品化学原理设计实验方案，分析食品质量控制、食品安全检测、食品营养等相关化学过程的影响因素；对有关食品质量与安全各个环节的化学过程具备专业的科学研究能力。在“健康中国”国家战略、责任意识和科学精神指引下，能够研究食品质量与安全相关复杂工程问题的解决方案，并获得有效结论。

**四、课程目标对毕业要求的支撑**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **毕业要求** | **指标点** | **课程目标** |
| 2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析食品质量与安全领域的复杂工程问题，以获得有效结论。 | 2.2 能基于化学和生物学的相关科学原理和方法正确表达食品质量与安全领域的复杂工程问题。 | 课程目标1：能够认知食品微观分子的物理、化学变化和介观层面微纳米结构形成的化学原理，建立基于分子间相互作用、有逻辑层次的食品化学知识体系，正确认识并表达国内外食品质量与安全领域的复杂工程问题。 |
| 2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，会通过文献研究寻求可替代的解决方案。 | 课程目标2：能够掌握文献查阅方法，在对典型中国传统食品和全球视野科学文献学习的基础上，提升对中国食品产业、食品文化的认同和自信。通过文献研究，能够提出多种解决食品品质控制与安全检测相关问题的方案。 |
| 2.4 能运用基本原理，借助文献研究，分析食品质量与安全产业链全过程的影响因素，获得有效结论。 | 课程目标3：能够基于食品组分的化学结构、运用食品化学原理设计实验方案，分析食品质量控制、食品安全检测、食品营养等相关化学过程的影响因素；对有关食品质量与安全各个环节的化学过程具备专业的科学研究能力。在“健康中国”国家战略、责任意识和科学精神指引下，能够研究食品质量与安全相关复杂工程问题的解决方案，并获得有效结论。 |

**五、教学内容**

**第一章 绪论 （支撑课程目标1）**

**（一）课程内容**

1. 化学思维在食品质量与安全相关工程问题中的重要性及能力培养要素

2. 《分子食品学》与常规《食品化学》课程的异同

3.《分子食品学》课程的教学内容

**（二）教学要求**

1. 掌握《分子食品学》课程的教学内容设计及评价方法。

2. 理解化学科学思维在解决食品品质控制与安全检测过程中的重要性。

3. 了解国内外食品化学的发展及《分子食品学》课程逻辑的创新性和高阶性。

**（三）重点与难点**

1. 重点

化学科学思维在解决食品安全工程问题中的重要性。

2. 难点

如何培养敏锐发现食品品质控制与安全检测过程中的化学工程问题的能力。

**第二章 食品复杂体系中****分子间相互作用 （支撑课程目标****1、2）**

**（一）课程内容**

1. 分子间基本相互作用产生的本质；

2. 静电相互作用（分子极化、库仑力）；

3. 范德华力（ Keesome力 、 Debye力、 London力）及界面/粒子相互作用（ Hamaker常数）；4. 双电层相互作用；

5. 溶剂化作用；

6. 疏水相互作用；

7. 空间位阻作用；

8. 芳环堆积作用 （π–π stacking）；

9. 相互作用力的研究（测量）方法。

**（二）教学要求**

1. 掌握分子间相互作用力的分类和概念。

1. 理解相互作用力的研究（测量）方法。
2. 了解运用分子间相互作用力解决食品体系工程问题的运用场景。

**（三）重点与难点**

　1. 重点

分子间基本相互作用的类型及产生的本质。

2. 难点

相互作用力的研究（测量）方法。

**第三章 水及食品溶液 （支撑课程目标1、2、3）**

**（一）课程内容**

1. 水的氢键结构及表征方法；

2. 水与其他基团的相互作用；

3. 水分含量；

4. 水分活度；

5. 水分吸附等温线；

6. 水的移动度；

7. 水结构与食品品质的关系；

8. 离子的水合作用；

9. 盐溶效应与盐析效应；

10. Hofmeister 效应；

11. 溶液依数性；

12. 食品的玻璃态；

13. 食品中水分分布的研究方法。

**（二）教学要求**

1. 掌握水分活度、水分吸附等温线、食品的玻璃态等概念及应用。

2. 理解与溶液中离子的水合、依数性相关的食品品质。

3. 了解Hofmeister 效应及食品中水分分布的研究方法。

**（三）重点与难点**

1. 重点

食品体系中水参与的相互作用及其对食品品质的影响。

2. 难点

盐溶液的溶剂效应、食品中水分分布的研究方法。

**第四章 糖类分子** **（支撑课程目标1、2、3）**

**（一）课程内容**

1. 糖类的分类与结构特征

2. 与羟基官能团相关的性质

溶解性、吸湿性、高渗溶液

甜味的产生

酯化

醚键（糖苷键）的形成

3. 与醛（酮）基官能团相关的性质

还原糖的概念

还原反应

氧化反应

烯醇化

成脎反应

焦糖化反应

美拉德反应

4. 多糖

多糖大分子溶液的一般物理性质

淀粉的结构与改性

大分子多糖（果胶、卡拉胶等）的结构、溶液性质及溶胶凝胶的形成机理

食品常用多糖的性质与用途

**（二）教学要求**

1. 掌握小分子糖的结构特征、不同官能团相关的物理性质、焦糖化反应和美拉德反应在食品工业中的应用、大分子多糖的一般性质及应用。

2．理解小分子糖和大分子糖的结构与功能的区别与联系、焦糖化反应和美拉德反应的及影响因素、大分子多糖溶胶凝胶结构的形成与机理。

3. 了解结构不同的大分子多糖在食品工业中的用途共性与差异。

**（三）重点与难点**

1．重点

糖类的基本结构及可能的化学反应；美拉德反应及其对食品品质的影响；多糖的结构、增稠、稳定及凝胶形成机理。

2. 难点

糖类结构与反应性能的关系。

**第五章 两亲分子及食品表面活性剂 （支撑课程目标1、2、3）**

**（一）课程内容**

1. 两亲性分子的结构特点

2. 表面活性剂的定义及分类

3. 分子自组装的热力学本质及表面活性剂胶束的形成

4. 影响临界胶团浓度的因素

5. 临界胶束浓度的测定方法

6. 食品表面活性剂的功能（包括润湿/抗粘、乳化/破乳、分散/聚沉、起泡/消泡、增溶等性质）

7. 常见食品表面活性剂

**（二）教学要求**

1. 掌握两亲性分子的结构特点及组装特性。

2．掌握影响临界胶团浓度的因素及临界胶束浓度的测定方法。

3. 理解食品乳化剂的功能原理。

4. 了解分子自组装的热力学本质。

**（三）重点与难点**

1. 重点

两亲性分子的结构特点及组装特性、临界胶束浓度的测定方法；食品乳化剂的功能原理。

2. 难点

影响临界胶团浓度的因素、两亲分子的结构与性能的关系。

**第六章 脂类分子 （支撑课程目标1、2、3）**

**（一）课程内容**

1. 脂类的结构特征

2. 脂类的物理性质

脂质的熔沸点

脂质的晶型

3. 油脂的分子结构与物化性质（熔点、结晶性、组装性）的关系

4. 脂类的化学性质

脂质水解与皂化

脂质的氧化

5. 抗氧化剂作用机理

1. 食品中常用的抗氧化剂

7. 复合脂类和脂质衍生物

8. 脂质的消化

**（二）教学要求**

1. 掌握脂类的结构特征、脂类的熔沸点、脂质的晶型、脂质的氧化及影响因素、抗氧化剂作用机理及食品中常用的抗氧化剂。

2. 理解脂质的氧化原理、脂质晶型控制及机理。

3. 了解脂质消化过程的物理化学原理。

**（三）重点与难点**

1. 重点

脂质的氧化及影响因素、食品抗氧化剂的作用机理及运用。

2. 难点

脂质氧化的控制原理。

**第七章 蛋白质大分子 （支撑课程目标1、2、3）**

**（一）课程内容**

1. 蛋白质概述

2. 氨基酸的常见化学反应

3. 氨基酸的检测原理

4. 蛋白质的结构

5. 蛋白质的变性

6. 蛋白质大分子的水合与组装特性及其在食品中的功能性质

7. 食品蛋白质在加工和贮藏过程中的变化原理

8. 食品中常见的蛋白质

**（二）教学要求**

1. 掌握蛋白质的结构；蛋白质的变性及其在食品加工中的化学反应；如持水性、粘弹性、凝胶/絮凝机理、乳化起泡性等；

2. 理解蛋白质功能性质的化学基础及影响因素

3. 了解蛋白质参与的食品组分相互作用对食品体系微结构的影响。

**（三）重点与难点**

1. 重点

蛋白质功能性质的化学基础及影响因素

2. 难点

蛋白质大分子与其他分子的相互作用对食品微结构的影响

**第八章 食品胶体及其稳定性原理**  **（支撑课程目标1、2、3）**

1. **课程内容**

1. 胶体科学基本原理

2. 胶体稳定性理论（界面电位、空间位阻、DLVO理论）

3. 胶体稳定性理论在食品胶体中的应用

4. 食品乳液体系（液-液分散体系）

5. 食品分散体系 （固-液分散体系）

6. 食品泡沫体系（气-固、气-液分散体系）

7. 食品中纳米聚集体对食品微结构的影响与控制

8. 新型食品微纳米体系简介

**（二）教学要求**

1. 掌握胶体稳定性原理的运用，能够分析常见食品胶体的组分对胶体稳定性的贡献机理。

2. 理解胶体稳定性的影响因素及理论推导。

3. 了解新型食品微纳米体系的因素控制及研究进展。

**（三）重点与难点**

1. 重点

胶体稳定性原理的要素。

2. 难点

稳定食品胶体的要素分析及产品设计。

**六、教学安排**

该课程每周3学时，11周，32学时为课堂授课教学时间。实验实践内容融于专业核心大实验。

建议教学进度如下：

|  |  |
| --- | --- |
| **章节** | **学时数** |
| **第1章 绪论** | **2** |
| **第2章 食品复杂体系中分子间相互作用** | **4** |
| **第3章 水及食品溶液** | **4** |
| **第4章 两亲分子及食品表面活性剂** | **4** |
| **第5章 脂类分子** | **5** |
| **第6章 蛋白质大分子** | **5** |
| **第7章 食品胶体及其稳定性原理** | **6** |
| **总结复习** | **2** |

**七、课内实验内容、要求及学时**

无课内实验。

**八、教学方法与手段**

本课程教学方法以课堂教学为主（包括课堂讲授、课堂讨论、习题课和大作业），黑板板书为辅。在教学过程中，可运用实物及多媒体等直观教具和教学手段以提高教学效果。通过介绍食品领域的前沿热点，激发学生的专业学习兴趣。在教学中注重学生能力的培养，课堂讲授与案例教学及学生讨论相结合，提高理论教学实用性，提高学生分析和解决实际问题的能力。

**九、考核方式及成绩评定**

**考核方式：**课程作业+平时测验+期末考试（闭卷）

**成绩评定标准：**课程作业 20 ％，平时测验20%, 期末考试成绩占总成绩60 %。（成绩评定为百分制）。

**课程考核的具体要求及评分方法如下：**

（1）课程作业20 %，本课程根据教学目标分组安排6次课后作业，满分100分。要求学生就相关知识点查阅文献，做文献汇报，并提出自己的观点。根据班级人数酌情分组，每个小组得分相同。

（2）平时测验20%。闭卷测验三次。满分100分。取平均分作为个人测验成绩。

（3）期末考试60 %，期末闭卷考试（笔试）。考试题型为：填空、名词解释及简答题等题型。考试知识点分布：根据教学目标分配一定的分值。

**十、教材及主要参考书**

|  |
| --- |
| **指定教材：** |
| （一）教材：自编讲义。 |
| **参考书目：** |
| [1]《食品化学》，《食品胶体化学》等中文教材。 |
| [2] H.-D. Belitz • W. Grosch • P. Schieberle.《Food Chemistry》 4th revised and extended ed. |
| [3] 《分子间力和表面力》原书第三版，美国Jacob Israelachvili著，王晓琳唐元晖卢殿楠译，科学出版社，2014.6 |
| [4] Drew Myers.《Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications》 Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. |
| [5]《Journal of Agriculture and Food Chemistry》，《Food Chemistry》；《Food Hydrocolloids》等期刊 |