

食品工业中酶制剂的应用与进展

田 庆

山东谦诺生物科技有限公司 山东 济南 250000

摘要: 酶制剂在食品工业中的应用历史悠久,其独特的催化特性使其成为食品加工中不可或缺的生物催化剂。随着现代生物技术的发展,酶制剂的研究和应用已经取得了显著进展,成为食品科学领域的一个重要分支。本文旨在综述食品工业中酶制剂的应用现状、研究进展以及未来发展趋势,重点讨论酶制剂在淀粉工业、乳品工业、焙烤食品、饮料工业和肉类加工等领域的应用,并探讨酶工程在食品营养与健康中的作用,以为食品工业的可持续发展提供科学依据和技术支持。

关键词: 酶制剂;食品加工;生物技术;食品营养;食品安全

1 引言

酶制剂在食品工业中的应用历史悠久,其独特的催化特性使其成为食品加工中不可或缺的生物催化剂。随着现代生物技术的发展,酶制剂的研究和应用已经取得了显著进展,成为食品科学领域的一个重要分支^[1,2]。在当前社会经济背景下,食品工业中的加工、生产工艺等产生了巨大变革,同时更广泛的应用了酶制剂。酶制剂作用于食品工业时,基本是以催化剂的功效为主,其功能作用仅会在食品生产加工过程发挥,而不会影响最终食品,故而是食品工业中一种常用的加工助剂。

食品酶已广泛应用于许多食品加工过程中,如澄清、凝固、产生颜色和风味、脱色、糖化、嫩化、浸渍、提高营养价值、去除不良成分等^[3,4]。目前,对具有改良活性、特异性和稳定性的食品酶的需求不断增加。酶工程是满足不同食品加工过程对酶的需求的重要工具。不同的酶工程技术,如固定化、理性设计、半理性设计和定向进化等,都有特定的应用场景,但单一技术本身也存在一定的局限性^[4]。因此,在不同的食品加工场景中,我们要综合考虑选择合适的酶工程技术,并加以优化,以满足生产的需求。本研究旨在综述食品工业中酶制剂的应用现状、研究进展以及未来发展趋势,重点讨论酶制剂在淀粉工业、乳品工业、焙烤食品、饮料工业和肉类加工等领域的应用,并探讨酶工程在食品营养与健康中的作用,以为食品工业的可持续发展提供科学依据和技术支持。

2 食品工业中酶制剂的应用

酶制剂在食品工业中的应用极为广泛,它们作为生物催化剂,以其高效、温和、选择性强等特点,在食品加工的多个环节中发挥着重要作用。以下是食品工业中酶制剂的一些关键应用:

2.1 淀粉工业

在淀粉工业中,酶制剂主要用于淀粉的糖化、液化和变性,以生产葡萄糖、麦芽糖、果糖等甜味剂^[5]。这些酶包括 α -淀粉酶、葡萄糖异构酶等,它们能够将淀粉转化为糖类,广泛应用于饮料、糖果、面包等食品的生产中。淀粉糖化是淀粉加工过程中的关键步骤,涉及到将淀粉颗粒中的 α -1,4-糖苷键和 α -1,6-糖苷键水解,生成可发酵的糖类。 α -淀粉酶在这一过程中发挥着重要作用,它能够随机水解淀粉分子内部的 α -1,4-糖苷键,生成糊精和低聚糖。随后,糖化酶(葡萄糖淀粉酶)将糊精和低聚糖进一步水解成葡萄糖。葡萄糖异构酶则将葡萄糖转化为果糖,以生产高果糖浆^[6]。这些酶的协同作用,使得淀粉工业能够高效地生产出各种甜味剂,满足食品工业的需求。

2.2 乳品工业

酶制剂在乳品工业中的应用包括奶酪制造、酸奶生产和乳清蛋白的改性。例如,凝乳酶用于奶酪的凝固过程,乳糖酶用于解决乳糖不耐受问题,以及蛋白酶用于改善乳制品的口感和营养价值^[7]。在奶酪生产中,凝乳酶(主要是胃蛋白酶或微生物来源的凝乳酶)将牛奶中的酪蛋白转化为可沉淀的凝乳,这是奶酪生产的关键步骤。乳糖酶则用于将乳糖水解成葡萄糖和半乳糖,以生产低乳糖或无乳糖的乳制品,满足乳糖不耐受消费者的需要。蛋白酶在乳制品中的应用则更为多样,它们可以改善奶酪和酸奶的口感,增加产品的营养价值,甚至用于生产特定的生物活性肽。

2.3 焙烤食品

在焙烤食品中,酶制剂如 α -淀粉酶和葡萄糖氧化酶用于改善面团的加工性能和最终产品的质量^[8]。这些酶能够影响面团的质地和面包的体积,从而提高焙烤食品的质量。 α -淀粉酶在面团中的作用主要是水解淀粉,产生糖

和糊精,这有助于酵母的生长和发酵,从而影响面包的体积和质地。葡萄糖氧化酶则通过氧化葡萄糖产生葡萄糖酸和过氧化氢,过氧化氢进一步氧化面团中的硫醇基团,增强面团的筋力,改善面包的质地和口感。

2.4 饮料工业

酶制剂在饮料工业中用于果汁澄清、啤酒生产和葡萄酒的香气增强^[7]。果胶酶和纤维素酶用于果汁的澄清,而啤酒生产中则使用 β -葡聚糖酶等酶以改善过滤效率和啤酒的稳定性。在果汁加工中,果胶酶和纤维素酶能够分解果胶和纤维素,降低果汁的粘度,促进悬浮颗粒的沉降,从而实现果汁的澄清。在啤酒生产中, β -葡聚糖酶能够分解 β -葡聚糖,减少啤酒中的浑浊度,提高过滤效率和啤酒的稳定性。此外,酶制剂在葡萄酒生产中的应用也日益增加,它们可以增强葡萄酒的香气,改善口感和色泽。

2.5 肉类加工

肉类加工中,酶制剂如蛋白酶用于嫩化肉类,提高肉类产品的风味和口感^[7]。这些酶能够分解肌肉纤维,使肉类更加嫩滑,改善消费者的食用体验。蛋白酶在肉类加工中的应用主要是通过水解肌肉纤维中的蛋白质,改变肌肉的结构,从而实现肉类的嫩化。此外,酶制剂还可以用于提高肉类产品的风味,通过水解特定的蛋白质和脂质,产生特定的风味化合物。

2.6 其他应用

除了上述领域,酶制剂还在食品保鲜、食品测量与分析等方面有所应用^[7]。例如,溶菌酶作为一种天然防腐剂,可用于延长食品的保质期。溶菌酶能够破坏细菌的细胞壁,从而抑制细菌的生长,延长食品的保质期。此外,酶制剂在食品测量与分析中的应用也日益增加,它们可以用于检测食品中的特定成分,如淀粉酶用于检测食品中的淀粉含量,蛋白酶用于检测蛋白质的消化率等。

3 酶工程在食品营养与健康中的作用

酶工程在食品营养与健康中的作用是多方面的,它不仅提升了食品的品质和营养价值,还有助于保障食品安全和简化加工工艺。

3.1 提升食品营养价值

酶工程技术通过催化特定的生化反应,改善食品的结构特性,提高食品的风味和营养价值。例如,酶可以用于生产功能性食品成分,如通过酶催化合成的低聚糖,这些成分具有益生元效应,能够促进肠道健康。此外,酶在乳制品中的应用可以增加奶酪和酸奶中的蛋白质水解产物,从而提高其营养价值。低聚糖,如低聚果糖和低聚半乳糖,是一类具有益生元效应的碳水化合物,它们能够促进肠道中益生菌的生长,改善肠道健

康。^[9]酶工程技术可以高效地生产这些低聚糖,满足功能性食品的需求。

3.2 改善食品质构特性

酶工程技术通过改变食品中的蛋白质和碳水化合物结构,改善食品的口感和质构^[10]。例如,木瓜蛋白酶可用于肉类加工,增加肉的鲜嫩程度;木聚糖酶用于提升面包的口感。这些应用不仅提升了食品的感官体验,也有助于满足特定消费者群体的需求。木瓜蛋白酶是一种广泛用于肉类加工的酶,它能够水解肌肉纤维中的蛋白质,使肉类更加嫩滑。木聚糖酶则能够分解面包中的木聚糖,改善面包的口感和质地。

3.3 降低食品安全风险

食品酶在加工过程中的应用有助于降低食品安全风险^[10]。例如,溶菌酶作为一种天然防腐剂,可以用于延长食品的保质期,减少化学防腐剂的使用。此外,酶在食品加工中的使用可以减少有害成分的生成,如降低丙烯酰胺在高温加工食品中的形成。丙烯酰胺是一种在高温加工食品中形成的有害物质,它与多种健康问题有关。酶工程技术可以通过改变食品的加工条件,减少丙烯酰胺的生成,从而降低食品安全风险。

3.4 简化加工工艺

酶工程技术的应用可以简化食品加工工艺,提高生产效率。通过酶催化的反应条件温和,可以在较低的温度和压力下进行,节省能源并减少环境污染^[10]。同时,酶的专一性减少了副产品的生成,提高了原料的利用率。酶工程技术的应用可以减少食品加工中的能耗和废物产生,实现绿色生产。

3.5 面临的挑战

尽管酶工程技术在食品营养与健康中具有显著优势,但也面临着挑战。首先,食品酶对安全性的要求极高,需要进行严格的安全性评价,包括致敏性、致癌性和致畸性测试。其次,针对不同的食品加工底物和过程条件,开发多酶协同作用的复合酶制剂,以满足食品加工业个性化、多样化、精细化的需求,是酶技术发展和应用转化中的难点。食品酶的安全性评价是一个复杂的过程,需要考虑酶的来源、生产工艺、使用条件等多个因素。此外,开发多酶协同作用的复合酶制剂需要深入理解不同酶之间的相互作用,以及它们在特定食品加工过程中的作用机制。

4 结论

本文综述了食品工业中酶制剂的应用现状、研究进展以及未来发展趋势。我国酶制剂工业经过多年的发展,已经取得了显著的进步,并在食品工业中扮演着越

来越重要的角色。酶制剂以其高效、专一和温和的特性,不仅改善了食品加工工艺,提高了产品质量,还降低了生产成本,减少了对化学添加剂的依赖。然而,与国际先进水平相比,我国酶制剂产业在技术水平、产品结构、研发投入等方面仍存在一定差距。未来,我们需要进一步加强酶制剂的基础研究,开发新型酶制剂和酶工程技术,以满足食品工业的发展需求。

参考文献

[1]Wang, H., et al., Update application of enzyme in food processing, preservation, and detection. *Food Bioengineering*, 2024. 3(3): p. 380-394.

[2]赵梦然,吕航与王腾,酶制剂在食品加工、保鲜与检测中的应用. *食品安全导刊*,2023(4):第147-149页.

[3]Wang, X., et al., Possibilities of Using De Novo Design for Generating Diverse Functional Food Enzymes. *Int*

J Mol Sci, 2023. 24(4).

[4]常昊龙,现代食品科学视角下的酶制剂原理与应用. *食品研究与开发*,2023.44(19):第后插14页.

[5]梁建新与梁集椿,酶制剂在淀粉生产与深加工中的应用分析. *中外食品工业*,2024(2):第39-41页.

[6]Liang-dong, W., Enzymes used in preparation of starch sugar. *Cereals & Oils*, 2008.

[7]王瑞琴等,酶在食品工业中的研究进展及应用. *中国调味品*,2019.44(4):第184-186,190页.

[8]孙兴旺,纪建海与崔志军,酶制剂在面粉中的应用. *粮食加工*,2010.35(3):第27-28页.

[9]于国萍徐红华张英华,低聚乳果糖的酶法合成. *食品科技*,2001(05):第47-48页.

[10]姬德衡钱方刘雪雁,酶工程在功能食品开发中的应用. *大连轻工业学院学报*,2003(01):第21-24页.