

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.04.014

王斌德, 张宏荣, 徐广超. 复合酶制剂在玉米淀粉湿法加工中的应用[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(4): 101-104.

WANG B D, ZHANG H R, XU G C. Application of compound enzyme in wet processing of corn starch[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(4): 101-104.

复合酶制剂在玉米淀粉湿法加工中的应用

王斌德¹, 张宏荣¹, 徐广超²✉

(1. 辽宁益海嘉里地尔乐斯淀粉科技有限公司, 辽宁 开原 112300;
2. 国家粮食和物资储备局标准质量中心, 北京 100037)

摘要: 玉米淀粉加工复合酶制剂是玉米淀粉加工专用酶制剂, 主要由纤维素酶、木聚糖酶等组成。为了探讨复合酶制剂在玉米淀粉湿法加工过程中的工艺效果, 通过复合酶制剂在玉米纤维洗涤过程中的应用, 考察经过酶反应处理后玉米粉浆粘度和纤维吸水性的变化, 以及淀粉和蛋白质收率、蒸汽消耗量等指标。结果表明, 酶制剂能够将玉米的胚乳淀粉细胞壁及种皮纤维裂解, 纤维洗涤顺畅, 纤维中游离淀粉含量由 4.1% 降到 2.4%, 提高淀粉收率 0.07%; 脱水后纤维水分降低 3.7%, 有效降低了纤维干燥工序蒸汽消耗量。应用试验研究得到如下结论: 复合酶制剂的使用能够快速有效降解玉米粉浆粘度和纤维吸水性, 高效分离淀粉和蛋白质, 改善对纤维的洗涤效果, 提高淀粉和蛋白质收率, 降低汽电消耗, 提高设备利用率。

关键词: 复合酶制剂; 玉米湿法加工; 淀粉; 蛋白; 脱水干燥

中图分类号: TS213.4 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)04-0101-04

Application of Compound Enzyme in Wet Processing of Corn Starch

WANG Bin-de¹, ZHANG Hong-rong¹, XU Guang-chao²✉

(1. Liaoning Yihai Kerry Tereos Starch Technology Co., Ltd., Kaiyuan, Liaoning 112300, China;
2. Standards and Quality Center of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China)

Abstract: Corn starch processing complex enzyme is a special enzyme product, mainly composed of cellulase and xylanase, for corn starch processing. In order to explore the technological effect of complex enzyme in the wet processing of corn starch, the application of complex enzyme in the washing process of corn fiber was studied in this paper. The changes of viscosity of corn starch slurry and the water absorption of fiber, yield of starch and protein, steam consumption and other parameters after enzyme reaction were investigated. The results show that the enzyme could decompose the endosperm starch cell wall and seed coat fiber of corn, wash the fiber smoothly, reduce the free starch content from 4.1% to 2.4%, increase the starch yield by 0.07%, reduce the fiber moisture by 3.7% after dehydration, and save steam consumption effectively in the fiber drying process. The results of research on application test are as follow: the use of composite enzyme preparation can quickly and effectively degrade the viscosity of corn starch slurry and the water absorption of

收稿日期: 2021-05-17

作者简介: 王斌德, 男, 1981 年出生, 学士, 研究方向为粮食加工。E-mail: 1134050368@qq.com.

通讯作者: 徐广超, 女, 1979 年出生, 高级工程师, 研究方向为粮食标准制定。E-mail: 23513208@qq.com.

fiber, effectively separate starch and protein, improve the washing effect of fiber, increase the yield of starch and protein, reduce the consumption of steam and electricity, and improve the utilization rate of equipment.

Key words: compound enzyme preparation; wet processing of corn; starch; protein; dehydration and drying

酶制剂是利用特殊菌种发酵产生的一种具有生物活性的蛋白质,生物酶有三个特性:作为一种蛋白质,是高效生物催化剂,作用条件温和,具有专一性。在玉米湿法加工过程中,针对皮层通过加入纤维素酶,利用酶的特性,首先水解纤维素,形成孔洞,其次打破纤维素致密的晶体结构,进而松动表皮,致使利于种皮脱落,进而减少淀粉粘连,利于纤维洗涤。在胚乳细胞外侧有层细胞壁,叫胚乳细胞壁,其主要是由木聚糖和 β -葡聚糖组成。木聚糖是一种非淀粉多糖,大多数谷物的糊粉层细胞外薄壁和胚乳层细胞外薄壁的60%~70%是由它构成,其在水溶液中形成粘度较高的胶状溶液,使其玉米淀粉生产中不利于亚硫酸、乳酸等作用,由于其具有高吸水性,将淀粉及蛋白质粘结在一起,造成淀粉蛋白质分离困难, β -葡聚糖也是一种非淀粉多糖,是谷物细胞壁的主要组成部分,也具有吸水膨胀的性质,通过加入木聚糖酶和 β -葡聚糖酶,能够有效地酶解木聚糖及 β -葡聚糖,进而降低吸水性及粘度,破坏细胞壁结构,促进浸泡剂的渗透作用,降低淀粉及蛋白质的粘度,进而实现淀粉蛋白质的有效分离。

本研究通过玉米淀粉湿法加工过程中添加高效复合酶,研究其对生产过程中的能耗、淀粉收率及设备利用率的影响。

1 材料和方法

1.1 实验材料

复合酶制剂:甘肃白银赛诺生物科技有限公司;酶制剂添加罐2个,规格1200 kg;酶反应罐4个,配备机械双叶搅拌器。

1.2 实验方法

1.2.1 样品采集方法

酶制剂用15~20倍的新鲜水稀释溶解,将稀释液用计量泵按照每分钟25升的流量,加入第3级纤维洗涤泵入口,随物料打入酶反应罐,按照先进先出原则,使酶与纤维浆料混合反应2.5 h后,在前期研究中确定复合淀粉酶制剂添加位置

在玉米纤维洗涤系统第4级中,利用高压泵将酶及纤维浆料打入纤维洗涤筛第4级,分别对胚芽挤压机、纤维挤压机出料进行取样,酶制剂添加量:添加量0.02%(以商品玉米重量计),每日添加量400 kg(25 kg/6 h)。

1.2.2 检测方法

检测胚芽的总淀粉含量,游离淀粉含量,水分;纤维的总淀粉含量,游离淀粉含量,水分。

淀粉含量:参照GB/T 25219《粮油检验玉米淀粉含量测定》近红外法;

水分:参考GB 5009.3《食品安全国家标准食品中水分的测定》第一法(直接干燥法);

蛋白含量:参考GB 5009.5《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》。

1.3 数据分析

数据分析应用DPSv7.05及SPSS11.5数据统计软件。

2 结果与分析

2.1 添加复合酶前后的运行设备运行状况

添加复合酶前后车间运行状况见表1~2,从表1~2添加复合酶前后数据对比看出,通过添加酶制剂,脱水干燥设备由原来18台降为15台。挤压机电流明显增加,由原来35 A提高到50 A,设备效率提高20%。蒸汽消耗由原来72 t/h降到70 t/h,蒸汽单耗由原来1.34降到1.31,电单耗由原来207降到203,这是由于添加复合酶制剂后,可将玉米的胚乳淀粉细胞壁及种皮纤维水解破坏,有利于分离蛋白质、胚乳淀粉及纤维;同时,复合酶制剂的催化水解作用也降低了淀粉生产中浆液物料黏度,使机械分离更有效,脱水更容易,进而降低了能耗。

2.2 添加酶制剂前工艺运行控制参数

添加酶制剂前后工艺运行控制参数见表3~4,在玉米淀粉湿法加工过程中,挤压纤维的平均水分含量由添加复合酶制剂前的63.1%下降到添加复合酶制剂后的59.4%,见表5,挤压机总淀粉含

表 1 添加复合酶前设备运行状况

Table 1 Operation status of equipment before adding complex enzyme

2020 年	负荷/%	脱水干燥 设备台数	干燥机 内压/Mpa	挤压机 电流/A	蒸汽 单耗/(t/t)	电单耗 /(kW·h/t)	浆量/m ³	运行方式	干燥面积/m ²
5.16	116.4	18	0.30	35	1.35	205	9.0	2+2+2	7 000
5.17	116.6	18	0.40	35	1.31	201	8.5	2+2+2	7 000
5.18	114.4	18	0.30	38	1.35	206	8.9	2+2+2	7 000
5.19	114.3	18	0.40	37	1.36	204	8.7	2+2+2	7 000
5.20	110.1	18	0.35	33	1.31	203	8.6	2+2+2	7 000
5.21	109.6	18	0.38	34	1.36	209	9.0	2+2+2	7 000
5.22	110.2	18	0.43	38	1.35	207	8.8	2+2+2	7 000
平均值	112.9		0.39	36	1.34	207	8.7		

表 2 添加复合酶后设备运行状况

Table 2 Operation status of equipment after adding complex enzyme

日期	负荷/%	脱水干燥 设备台数	干燥机 内压/Mpa	挤压机 电流/A	蒸汽 单耗/(t/t)	电单耗 /(kW·h/t)	包装物 情况	加浆量 /(m ³ /h)	运行方式	干燥 面积/m ²
5.23	118.24	12	0.54	48	1.32	198	偏小	8.0	2+2	5 000
5.24	111.21	12	0.62	50	1.28	202	偏小	7.6	2+2	5 000
5.25	108.48	12	0.55	48	1.35	201	偏小	7.5	2+2	5 000
5.26	109.55	15	0.51	47	1.36		偏小	8.5	2+1+2	5 750
5.27	115.43	15	0.54	50	1.33	206	正常	9.0	2+1+2	5 750
5.28	113.37	15	0.53	49	1.36	205	偏小	8.4	2+1+2	5 750
平均值	112.70		0.53	49	1.31	203		8.0		

表 3 添加复合酶前运行控制参数

Table 3 Operation control parameters before adding complex enzyme

2020 年	3 号湿 纤维水分	4 号湿 纤维水分	胚芽 水分	纤维淀 粉含量	游离 淀粉含量	胚芽 淀粉含量	胚芽游离 淀粉含量	纤维 蛋白含量	淀粉 收率	%
5.16	62.4	65.0	52.0	17.3	4.60	13.7	2.40	11.9	72.07	
5.17	62.5	64.3	50.0	17.9	3.70	15.0	0.80	12.2	71.91	
5.18	64.5	63.0	49.0	17.1	3.73	11.0	0.74	11.8	71.27	
5.19	63.5	64.7	51.5	18.1	3.60	11.3	1.40	12.4	71.35	
5.20	63.7	64.8	49.5	17.3	3.70	12.2	2.00	12.2	71.82	
5.21	63.3	63.8	52.5	18.3	4.40	12.4	1.95	12.1	72.32	
5.22	63.2	63.0	49.0	18.2	4.50	11.0	1.43	12.5	71.37	
平均值	63.3	64.3	50.3	17.7	3.90	12.4	1.50	12.1	71.73	

表 4 添加复合酶后运行控制参数

Table 4 Operation control parameters after adding complex enzyme

2020 年	3 号湿 纤维水分	4 号湿 纤维水分	胚芽 水分	纤维 淀粉含量	游离 淀粉含量	胚芽 淀粉含量	胚芽游离 淀粉含量	纤维 蛋白含量	淀粉 收率	%
5.23	58.6	60.1	52.0	15.9	0.9	10.9	1.2	11.8	70.22	
5.24	59.2	62.0	50.3	16.9	3.1	12.9	1.8	12.1	71.95	
5.25	59.7	63.0	50.4	15.3	2.9	12.4	2.3	11.6	72.16	
5.26	58.4	62.5	51.0	14.7	3.0	10.9	1.3	11.9	71.77	
5.27	61.0	59.0	54.0	14.1	2.5	12.3	1.3	12.2	70.92	
5.28	59.0	61.0	51.0	15.2	2.8	12.4	2.6	11.4	72.93	
5.29	59.0	60.0	50.6	14.7	2.7	12.1	1.7	11.8	72.50	
平均值	59.0	61.0	50.8	15.2	2.7	12.1	1.7	11.8	71.80	

量由没加酶制剂前 17.7%降到 15.2%，挤压后纤维游离淀粉含量由添加复合酶前的 3.9%降到了添加复合酶制剂后的 2.7%见表 6，这是由于添加复合酶制剂后，可将玉米的胚乳淀粉细胞壁及种皮纤维水解破坏，有利于分离蛋白质、胚乳淀粉及纤维；同时，复合酶制剂的催化水解作用也降低了淀粉生产中浆液物料黏度，使机械分离更有效，脱水更容易，导致挤压机纤维水分降低，同时纤维中链接淀粉被酶制剂酶解，分子链被打断，

表 5 生产过程中添加复合酶前后纤维产物的水分
Table 5 Moisture content of fiber products before and after adding complex enzyme in production process %

取样日序号	挤压纤维水分	
	加酶前	加酶后
1	62.5	58.6
2	64.5	59.2
3	63.3	59.7
4	63.9	58.5
5	62.0	61.0
6	62.1	59.2
平均值	63.1	59.4

表 6 生产过程中添加复合酶前后纤维产物的淀粉含量
Table 6 Starch content of fiber products before and after adding complex enzyme in production process %

取样日序号	纤维中总淀粉含量		纤维中游离淀粉含量	
	加酶前	加酶后	加酶前	加酶后
1	17.9	15.9	4.6	0.9
2	17.9	16.8	3.7	2.3
3	17.0	15.3	3.7	2.8
4	18.1	14.7	3.7	2.9
5	17.3	14.1	4.4	2.4
6	18.3	15.2	4.5	2.8
7	18.2	14.7	3.9	2.7
平均值	17.8	15.2	3.9	2.7

进而游离出来，降低了总淀粉含量，通过水洗分离游离淀粉，进而提高了淀粉收率。

3 结论与分析

玉米淀粉加工复合酶将玉米的胚乳淀粉细胞壁及种皮纤维裂解，有效分离蛋白质、胚乳淀粉及纤维，使机械分离更有效、彻底；玉米中纤维素、半纤维素的降解使纤维亲水性降低，提高纤维脱水效率，降低能耗；降低淀粉生产系统物料黏度，减少设备负荷，提高产能，降低能耗。

通过本研究发现，复合酶制剂能够有效降低纤维洗涤系统粘度，纤维洗涤顺畅，纤维中游离淀粉含量由 3.9%降到 2.7%，淀粉收率得到提高。添加酶制剂后，脱水后纤维水分降低 3.7%，减少纤维脱水及干燥设备的使用数量，有效降低纤维干燥工序蒸汽消耗量，复合纤维素酶完全适合于玉米湿法加工工艺。

参考文献：

- [1] 陈敬. 玉米淀粉工业手册[M]. 中国轻工业出版社, 2009.
CHEN J. Handbook of corn starch industry[M]. China Light Industry Press, 2009.
- [2] 夏清, 贾绍义. 化工原理(上册)[M]. 化学工业出版社, 2000.
XIA Q, JIA S Y. Principles of Chemical Engineering (Volume 1) [M]. chemical industry press, 2000.
- [3] 王兆光. 连续喷射液化酶法制糖技术[M]. 中国轻工业出版社, 2010.
WANG Z G. Enzymatic sugar production technology by continuous jet liquefaction[M]. China Light Industry Press, 2010.
- [4] 岳国君, 郝小明, 译. 淀粉化学与技术[M]. 化学工业出版社, 2012, 9.
Translated by YUE G J, HAO X M. Starch chemistry and technology[M]. chemical industry press, 2012, 9. 完