

文章编号 :1003-8701 (2003)01-0052-03

玉米花粉破壁方法的试验研究

I. 超微粉碎破壁方法的研究

曹龙奎¹, 张学娟³, 孙洪斌¹, 马毓霞¹, 王景会¹, 黄威¹, 李成华²

(1. 吉林省农业科学院, 吉林 公主岭 136100; 2. 沈阳农业大学, 辽宁 沈阳 110161; 3. 公主岭市农机校)

摘要 :采用多因素分析和二次回归正交旋转试验设计的方法,建立了试验因素与试验指标间影响关系的数学模型。通过优化计算得到玉米花粉超微化破壁的最佳工艺参数为:转速 476 r/min,粉碎时间为 1.2 h,球料比为 7,花粉含水量控制在 5%以下。此时花粉颗粒径小于 8 μm ,花粉破壁率达 100%。

关键词 :玉米花粉;超微粉碎;破壁方法

中图分类号 :Q944.42

文献标识码 :A

花粉是高等植物的雄配子体,也称花的雄性孢子,是植物生命的精华。在栽培作物中,以玉米花粉最为丰富。我国是玉米主产国之一,种植面积达 2 700 万 hm^2 ,如果对其进行隔行采集花粉,就可得到玉米花粉近 110 万 t,所以玉米花粉资源非常丰富,这为玉米花粉的加工利用,打下了坚实的物质基础。目前我国玉米花粉的研究和开发还未形成规模,其原因除采集较困难之外,能否找到一种切实可行的玉米花粉破壁技术也是制约玉米花粉规模化开发的瓶颈。为此,我们采用超微粉体技术进行了玉米花粉的破壁试验研究。

1 试验材料、设备及方法

1.1 试验材料与设备

玉米花粉由吉林省镇赉县科技局提供。

可调参数式行星球磨机为自行研制;101-3 型电热恒温鼓风干燥箱为上海产;电子显微镜为日本产;BT-9300 型激光粒度分布仪为丹东市百特仪器有限公司生产。

1.2 试验方法

采集雄穗→降水→超微化破壁→电子显微镜检测和激光粒度仪检测。

采集雄穗 :将玉米雄穗隔行或隔株剪下,插于水池或潮湿的沙槽中,待花粉成熟后,自然散落或人工摇落于干净的纸上或塑料布上集中采收。

降水 :将采集到的含水量达 44%左右的鲜花粉置于 40℃的电热恒温鼓风干燥箱中烘干,使水分降到 10%以下。

超微化破壁 :本工艺采用自行研制的可调参数式行星球磨机进行超微化破壁,使玉米花

收稿日期 :2002-11-02

基金项目 :国家星火计划研究项目(2002EA660002)

作者简介 :曹龙奎 (1965-),男,吉林省琿春市人,吉林省农业科学院农副产品加工研究中心副研究员,博士,主要从事农产品深加工研究。

粉从原来的 80 ~ 100 μm 颗粒超微粉碎至 10 μm 以下,达到破壁的目的。

检测:采用电子显微镜观测玉米花粉的超微化破壁情况,同时采用 BT-9300 型激光粒度分布仪检测玉米花粉颗粒径的分布情况。

1.3 试验方案

通过分析,影响行星磨超微粉碎花粉破壁的主要因素有行星磨筒的转速 (X_1)、超微粉碎的时间 (X_2)、磨球与花粉的料比 (X_3)和花粉水分含量 (X_4)。本研究以上述 4 项作为试验因素,进行四因素二次回归正交旋转组合试验设计。评价超微粉碎破壁效果的指标为激光粒度分布仪检测的玉米花粉破壁后颗粒的直径,同时采用电子显微镜观测超微化破壁率,其计算是以被破壁的玉米花粉颗粒占参加破壁试验的玉米花粉的百分数表示。

根据选择的 4 个因素的可能变化范围,按照四因素二次回归正交旋转组合设计的要求,对因素的水平进行编码(表 1)。

表 1 试验因素编码

码值 (ξ_j)	因 素			
	X_1 (转数)	X_2 (时间)	X_3 (球料比)	X_4 (水分)
r	500	2.5	8	10
1	420	2.0	7	8
0	350	1.5	6	6
-1	275	1.0	5	4
-r	200	0.5	4	2

按照二次回归正交旋转组合设计的要求安排试验,并对每组粉碎试验后的花粉破壁后的颗粒直径进行测定。通过统计计算,得到 4 个因素 (X_1, X_2, X_3, X_4)与花粉破壁后的颗粒直径 (y)之间回归关系的数学模型如下:

$$y = 57.94 - 0.09X_1 - 11.8X_2 - 4.85X_3 + 0.057X_4 + 0.011X_1X_2 + 0.008X_1X_3 - 0.0003X_1X_4 + 0.375X_2X_3 - 0.44X_2X_4 - 0.47X_3X_4 + 0.00002X_1^2 + 0.799X_2^2 + 0.2X_3^2 + 0.394X_4^2 \quad (1)$$

对回归方程的方差分析结果表明,回归关系显著水平达 95%。

2 结果与分析

2.1 试验因素对破壁的影响

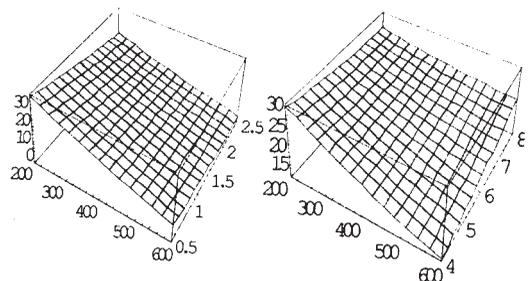
采用 Mathematica 计算机应用软件中的图示方法,对选择的试验因素与玉米孢子破壁后直径间的关系及其影响规律进行双因素分析。在分析过程中,分别取两个因素的中心试验水平(即编码水平为 $x_i = x_j = 0$) ,则可得到另外两个因素与花粉破壁后直径间的关系。例如,在

(1) 式中,取 $X_3 = 6, X_4 = 6$ (即 $x_3 = x_4 = 0$) ,得转速 (X_1) 和时间 (X_2) 双因素与玉米花粉超微粉碎破壁后直径的关系为:

$$y = 57.94 - 0.09X_1 - 11.8X_2 + 0.011X_1X_2 + 0.00002X_1^2 + 0.799X_2^2 \quad (2)$$

采用相同的方法,可建立花粉破壁后直径与其他任意两个因素间的影响关系,其结果如图 1(a)、(b)所示 [图 1(c)、(d)、(e)、(f)略]。

图 1 的分析结果表明,随着磨筒转速的增加、粉碎时间的加长、球料比的增加和花粉水



(a) X_1 和 X_2 的影响

(b) X_1 和 X_3 的影响

图 1 花粉直径与影响因素间的关系

分的减小,花粉超微粉碎破壁率随着提高。这一结果与传统粉碎原理中粉碎率与影响因素间的关系相同。试验结果表明了影响因素与花粉破壁后直径大小间的数量关系。

2.2 工艺参数的优化计算

对(1)式中的 X_1 、 X_2 、 X_3 和 X_4 分别进行一阶偏导,联立求解方程组得到使花粉破壁后直径达到最小时的超微粉碎工艺参数为:转速476 r/min,粉碎时间1.2 h,球料比7,花粉含水量5%。在上述参数的组合下,花粉粒径的最佳值达 $8\ \mu\text{m}$,花粉破壁率达100%。

3 结 论

① 通过分析,确定了可调参数式行星球磨机的磨筒转速、超微粉碎时间、磨球与花粉的料比和玉米花粉的含水量是影响玉米花粉破壁的主要因素,并对这些因素的影响规律进行研究,以确定优化的花粉破壁超微粉碎工艺参数。

② 通过二次回归旋转正交组合试验设计,建立了超微粉体技术中选择因素与花粉破壁后直径间关系的数学模型,并以此为基础,分析了花粉破壁后直径的变化规律,对于花粉机械破壁方法的研究具有参考意义。

③ 通过优化分析,得到利用行星式球磨机对玉米花粉进行超微粉碎破壁的最佳工艺参数为:转速476 r/min,粉碎时间为1.2 h,球料比为7,花粉含水量控制在5%以下,此时花粉颗粒径小于 $8\ \mu\text{m}$,花粉破壁率达100%。

④ 采用超微粉碎技术进行玉米花粉破壁,使花粉颗粒径达到 $8\ \mu\text{m}$ 以下,并且粒度分布均匀合理,适于将其直接添加到花粉营养口服液以及化妆品中,不会使花粉成分产生沉淀或有较粗颗粒感觉。对于花粉的应用具有重要意义。

参考文献:

- [1] 何晓阳,等.玉米花粉的营养价值及加工工艺[J].资源开发与保护,1992,(8).
- [2] 尹进,等.玉米花粉的破壁处理及营养学研究[J].卫生研究,1994,(4).
- [3] 籍保平,等.玉米胚芽的微细化[J].中国农业大学学报,1999,(4).
- [4] Heim A, et al. Effect of media size in stirred ball mill grinding of coal. Powder Technology, 1989, (59): 255-260.

Study on the Fragmentation of Maize Pollen

I. Study on Super-fine Grindings of Maize Pollen

CAO Long-kui, et al.

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Based on multi-variable analysis and orthogonal experimental design of regression method, mathematical model describing effects of selected parameters on experiment criterion was developed. By means of optimal calculation a set of optimum parameters for the super-fine grinding of maize pollen was achieved, with rotation speed 476 r/min, grinding time 1.2 h, ratio of ball and maize pollen 7, and moisture content of the maize pollen below 5%. With those parameters, 100% of maize pollen was crushed and diameter of maize pollen granule was below $8\ \mu\text{m}$.

Key words: Maize pollen; Super-fine grinding; The fragmentation