

稻粒挤压破裂与干燥条件关系的试验研究

李 栋 杨德勇 冯和平 毛志怀

(中国农业大学机械工程学院)

摘 要 对不同干燥温度和不同含水率的稻粒进行了挤压力学性能的试验研究, 得到了稻粒的破裂载荷与干燥温度和含水率之间的回归方程。试验结果表明回归方程预测值与试验测定值相吻合。

关键词 稻粒; 干燥条件; 挤压; 破裂

分类号 S 226.6

Experimental Study on the Relationship Between Paddy Compression Cracking and Drying Conditions

Li Dong Yang Deyong Feng Heping Mao Zhihui

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract The experiments were conducted on compression property of paddy kernels at different drying temperature and different moisture content. A regression equation was found from experiments between paddy cracking load and drying temperature, moisture content. It was verified by comparing experimental data.

Key words paddy; drying conditions; compression; cracking

稻粒在收获、干燥、加工和储运等过程中, 受到挤压等机械外力作用时, 会产生破裂, 从而产生碎米。碎米的价格只有整粒大米价格的三分之一左右, 所以经济损失是比较大的。此外, 米粒破碎之后容易生霉长虫, 稻粒内胚乳破碎后, 胚芽所能得到的养料相应减少, 因而降低了种子的生命力。笔者着重研究在干燥过程中, 不同干燥温度和含水率条件下稻粒受挤压破裂的规律, 从而寻找适当的干燥工艺, 以提高稻粒的抗破裂能力。

1 试验方法

稻粒由稻壳、籽实皮、胚乳和胚等部分组成, 各组成部分间的力学性能差异较大, 属于复合生物材料, 很难将其加工成实验样品, 所以笔者采用不同含水率的完整稻粒来进行研究。

试验材料: 北京产水稻金稻 305。 **试验仪器:** NSTRON-4411 型万能材料试验机, CTR-800E 型单粒水分测定仪, 海河牌 101-1 型电热鼓风干燥箱。

试验前将稻粒人工加湿至初始含水率为 28% (湿基, 后同), 干燥前稻粒初始温度为 25^o。稻粒干燥在干燥箱中进行, 干燥温度分别设定为 30, 40, 50 和 60^o。干燥过程中每隔 30 min 取出一小批样品, 为了消除干燥后稻粒内部温度梯度和湿度梯度的影响, 将其密封放置 1 h 后, 随机选取 20 粒饱满籽粒, 用万能材料试验机对每一粒稻粒进行挤压试验。试验时, 试验机的下压

收稿日期: 2000-03-20

李 栋, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区) 50 信箱, 100083

缩板固定, 稻粒平放在下压缩板上, 上压缩板缓慢的向下移动, 压头的加载速度保持为 $25 \text{ mm} \cdot \text{m} \cdot \text{in}^{-1}$ 。每次挤压后的稻粒直接用单粒水分测定仪进行含水率测定。记录试验数据, 取试验结果的平均值。

2 试验结果与分析

图 1 示出稻粒在不同干燥温度 θ 和含水率 w 条件下, 受挤压时的载荷-变形曲线。由图 1

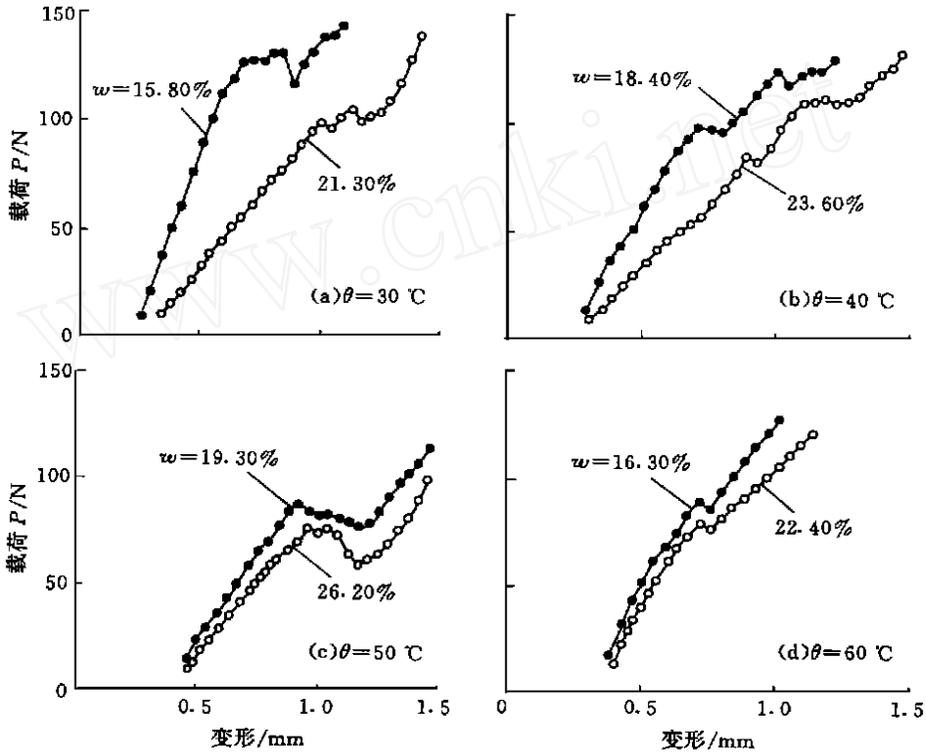


图 1 不同温度 θ 和含水率 w 条件下稻粒受挤压时的载荷-变形曲线

(a) 可以看出, 开始挤压时, 变形和载荷基本上呈线性关系。达到某一载荷时, 稻粒胚乳开始出现裂纹, 强度降低, 曲线下降, 这时的载荷称为破裂载荷。此后随着变形增大, 稻粒的抗压面积增加, 曲线又上升。随着载荷不断增加, 稻粒又出现新的裂纹, 曲线再次下降。这样反复几次后, 稻粒被压扁, 承压面明显增大, 不再出现明显破裂, 变形曲线一直上升, 无极限载荷点^[1]。可以看出, 图 1(b), (c) 和 (d) 中曲线的变化趋势与图 1(a) 基本相同。

根据试验结果, 分别计算在不同干燥温度 θ 条件下, 稻粒的含水率 w 不同时所承受的破裂载荷 P , 结果如图 2 所示。可以看出, 含水率相同时, 干

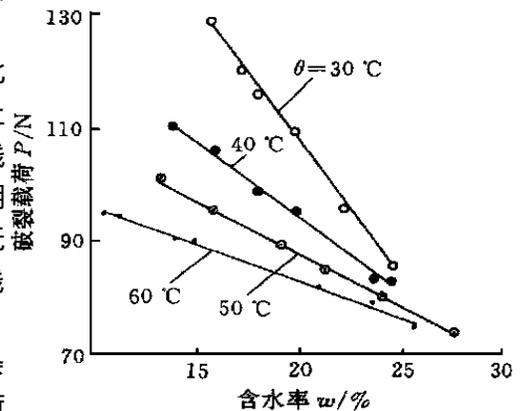


图 2 不同干燥温度时破裂载荷-含水率曲线

燥温度越低, 稻粒所能承受的破裂载荷越大。其主要原因是, 由于干燥温度越低, 稻粒干燥后产生的裂纹越少, 其抵抗破裂的能力就越大。干燥温度相同时, 含水率越低, 稻粒所能承受的破裂载荷就越大。主要原因是, 由于含水率越低, 稻粒的强度和硬度越大, 其抵抗破裂的能力就越大。可用方程表示破裂载荷 P 与含水率 w 曲线的关系:

$$P = aw + b \tag{1}$$

式中: a, b 是与干燥温度有关的函数。对图 2 进行线性回归, 分别得到在不同干燥温度时, 稻粒的破裂载荷与含水率的关系式:

$$\theta = 30, P = - 4.8615w + 205.21 \quad (r = 0.9969) \tag{2}$$

$$\theta = 40, P = - 2.6649w + 147.77 \quad (r = 0.9968) \tag{3}$$

$$\theta = 50, P = - 1.8590w + 125.19 \quad (r = 0.9981) \tag{4}$$

$$\theta = 60, P = - 1.2980w + 109.23 \quad (r = 0.9976) \tag{5}$$

由式(2)~(5)可得稻谷的干燥温度 θ 与 a, b 的关系, 如表 1 所示。使用与上相同的方法, 对表 1 进行回归, 分别得到 a, b 与干燥温度 θ 的回归式:

$$a = - 0.0041\theta^2 + 0.483\theta - 15.613 \quad (r = 0.9955) \tag{6}$$

$$b = 0.1037\theta^2 - 12.438\theta + 483.61 \quad (r = 0.9962) \tag{7}$$

把式(6)和(7)代入式(1)得到:

$$P = (- 0.0041\theta^2 + 0.483\theta - 15.613)w + 0.1037\theta^2 - 12.438\theta + 483.61 \tag{8}$$

式(8)即为稻粒的破裂载荷与干燥温度和含水率之间的回归方程。利用式(8)可以预测不同干燥温度条件下, 稻粒含水率不同时的破裂载荷。

通过试验来验证式(8)。做干燥温度分别为 45

和 55 时稻粒破裂载荷随含水率变化的试验, 其结果见图 3。可见, 模拟值与试验值的一致性较好, 经计算, 模拟值与试验值的最大相对偏差为 2%, 因此式(8)可以很好地描述稻粒的破裂载荷与干燥温度和含水率之间的关系。

表 1 干燥温度 θ 与 a, b 的关系

$\theta /$	a	b
30	- 4.861 5	205.21
40	- 2.664 9	147.77
50	- 1.859 0	125.19
60	- 1.298 0	109.23

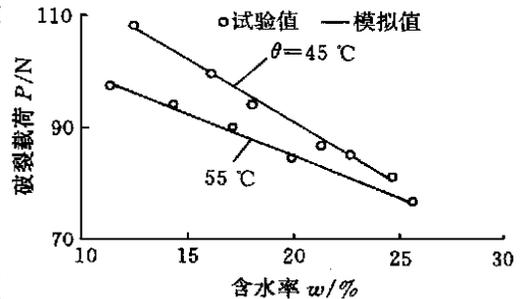


图 3 模拟值与试验值的比较

3 结 论

1) 对不同干燥温度和不同含水率的稻粒进行了挤压力学性能的试验研究。试验结果表明, 含水率相同时, 干燥温度越低, 稻粒所能承受的破裂载荷越大; 干燥温度相同时, 含水率越低, 稻粒所能承受的破裂载荷就越大。2) 得到了稻粒的破裂载荷与干燥温度和含水率之间的回归方程。试验验证结果表明, 方程的模拟值与试验测定值相吻合。

参 考 文 献

1 赵学笃, 马中苏, 孙永海, 等. 玉米籽粒力学性能的实验研究. 吉林工业大学学报, 1996, 26(1): 60~ 61