

亚麻籽粉含水率对其蛋白质变性温度的影响

宋春芳¹, 毛志怀², 王曙光³, 吴敏², 张振山²

(1. 江南大学机械工程学院, 无锡 214122; 2. 中国农业大学工学院, 北京 100083;
3. 内蒙古农业大学农学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 本文研究亚麻籽粉含水率对其蛋白质变性温度的影响, 通过对亚麻籽热变性的研究, 为下一步亚麻籽的脱毒试验研究奠定一定的理论基础。应用差示扫描量热 (DSC) 技术测定不同的亚麻籽含水率下的亚麻籽粉蛋白质变性温度, 分析在不同的条件下亚麻籽粉蛋白质变性温度特性。试验表明, 亚麻籽粉蛋白质的变性温度较高, 在 129~143℃ 之间; 随着升温速率的提高, DSC 曲线的峰幅增大, 峰形尖锐, 变性温度升高, 吸热焓值变化不大; 亚麻籽蛋白质的变性温度与含水率有密切的关系, 随含水率升高而降低。研究为亚麻籽深加工和利用提供了一定的理论依据。

关键词: 亚麻籽; 蛋白质变性温度; 差示扫描量热法 (DSC); 含水率

中图分类号: TS205

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2008)-1-0300-03

宋春芳, 毛志怀, 王曙光, 等. 亚麻籽粉含水率对其蛋白质变性温度的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 300-302

Song Chunfang, Mao Zhihui, Wang Shuguang, et al. Effects of moisture of flaxseed powder on denaturation temperature of protein[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(1): 300-302. (in Chinese with English abstract)

0 引言

差示扫描量热法(Differential Scanning Calorimetry, 简称 DSC) 是 20 世纪 60 年代研究出的一种热分析方法, 已经广泛应用于蛋白质热变性的研究。特别是 20 世纪 80 年代以后, 各国学者应用 DSC 对蛋白质的热力学性质进行了广泛的研究^[1]。

差示扫描量热法(DSC)是在程序控制温度下, 测量输给样品和参比物之间的热量差与温度关系的一种技术^[2]。差示扫描量热法(DSC)是检测生物体系在程序控温过程中的热量变化, 可提供与蛋白质热变性有关的大量信息, 来研究生物分子的热稳定性。如: 蛋白质空间构象的变化、热稳定性、热变性的原因, 热变性动力学, 热稳定性与生理活性的关系等^[3-5]。Li-Chan E C Y 和 Ma C Y 研究了 Norman 亚麻籽全籽、脱壳籽、脱壳脱脂及亚麻籽分离蛋白的变性温度和焓变值, 得到亚麻籽的全籽变性温度为 104.83℃, 且 pH 值、盐、加氢对亚麻籽蛋白质的稳定性均有显著的作用^[6]。但是没有涉及含水率的影响。而用微波加热、水煮和挤压膨化等方法加工亚麻籽, 样品的含水率对加工后亚麻籽产品消化率、毒性、营养成分均有一定的影响。为此, 本文应用差示扫描量热法探讨样品含水率对亚麻籽粉蛋白质变性温度的影响, 为亚麻籽的深加工与利用提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与设备

亚麻籽产于黑龙江省兰西县, 品种为内亚 3 号。

试验设备为 RT-66S 型油脂粉碎机 (北京环亚天元机械有限公司); Q-10 型差分扫描量热仪 (美国 TA 公司); AB135-S

型十万分之一电子天平 (瑞士 Mettler Toledo 公司); NPX-20 型精密移液器 (日本 Nichiryo 公司)。

1.2 试验方法

1) 按照 GB14769-1993 饲料水分的测定方法测量亚麻籽的含水率。

2) 称量 200 mg 亚麻籽粉于铝盒中, 依据含水率的大小用微量进样器射入不同量的水, 使用尖嘴镊子搅拌均匀, 盖好盖子, 0.5 h 后, 称取 2 mg 亚麻籽粉进行 DSC 试验。

3) DSC 试验。称取 2 mg 的亚麻籽样品放入铝盒中, 然后用配套铝盒密封, 放到 DSC 仪器的样品支持器上, 以密封空铝盒作为对照, 试验过程中气氛为氮气, 以一定的加热速率使铝盒内样品温度从 40℃ 上升到 200℃, 每样品重复测定 3 次。采用配套程序 TA Instrument Universal Analysis 2000 data analysis software 记录并计算吸热曲线的变性温度 (denatured temperature), 峰值点温度为变性温度, 曲线形成的峰包括的面积理论上为蛋白质变性所需要的能量^[7]。试验从 40℃ 开始, 升温到 200℃, 通氮速率是 50 mL/min。

2 结果与分析

2.1 升温速率对亚麻籽 DSC 曲线的影响

由于差热分析是一种动态分析过程, 所以有很多因素会影响最终的试验曲线, 改变试验条件如升温速率, DSC 曲线峰的位置、形状等都会改变。为能够准确得到亚麻籽粉蛋白变性温度曲线, 我们首先研究升温速率对亚麻籽蛋白的 DSC 曲线的影响。得到不同升温速率的亚麻籽粉蛋白质 DSC 测定结果见图 1; DSC 结果绘制的吸热量、变性温度 T_d 及初始变性温度与升温速率关系见表 1。

从图 1 中可以看出, 亚麻籽粉的 DSC 曲线变化很明显。曲线出现了明显的吸热峰, 这是蛋白质在加热处理时, 其高级结构发生了异常变化, 即发生变性所致。峰形对称, 峰顶的温度为变性温度 T_d , 在此温度蛋白质的天然状态和变性状态的浓度比为 1^[8,9]。

收稿日期: 2007-01-05 修订日期: 2007-11-14

作者简介: 宋春芳 (1974-), 女, 内蒙古巴盟人, 博士, 副教授。无锡 江南大学机械工程学院, 214122。Email: songchunfang88@sohu.com

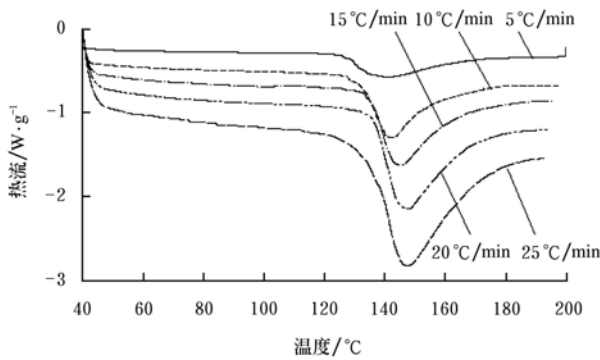


图 1 不同升温速率的亚麻籽粉变性 DSC 曲线
Fig.1 Differential Scanning Calorimetry(DSC) curve of flaxseed powder with different calefactive speed

表 1 不同升温速率的亚麻籽蛋白质的变性温度和吸热量
Table 1 Denaturation temperature and absorption enthalpy of flaxseed protein with different calefactive speed

升温速率/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$	变性温度 $T_d/^{\circ}\text{C}$	吸热量/ $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}$	变性初始温度/ $^{\circ}\text{C}$
5	140.56	80.84	127.92
10	142.67	85.23	132.79
15	144.19	73.83	135.33
20	144.66	72.31	136.48
25	147.02	87.54	135.87

随着升温速率的提高, DSC 曲线的峰幅增大, 峰形尖锐; 从表 1 可以看出, 随升温速率升高, 变性温度升高, 吸热量变化规律不明显。亚麻籽蛋白质的加热过程是一个吸热过程, 随升温速率的提高, 峰的高度、峰顶位置和温顶温度 T_d 都将变大。

另外, 较快的升温速率也会导致试样分解, 体系偏离平衡条件的程度增大, 因而易造成基线漂移, 使试验结果的精确度下降; 较慢的升温速率, 基线漂移小, 使体系接近平衡条件, 得到宽而浅的峰, 但测定时间长, 需要仪器的灵敏度高^[2]。因此我们在采用 DSC 技术进行分析时, 应根据试验要求选择适合的升温速率^[10]。由图 1 可以看出, 当升温速率达到 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 时, 峰不再宽而浅, 测定时间适宜, 所以选择升温速率为 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 进行下面的的含水率影响试验。

2.2 含水率对亚麻籽 DSC 测定的影响

图 2 是升温速率为 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 含水率分别为 6.3%, 10%, 14%, 18% 和 22% 时亚麻籽粉的 DSC 曲线。可以看出, 不同含水率的亚麻籽, 其 DSC 曲线形状相近。亚麻籽粉蛋白质的变性温度在 $129\sim 143^{\circ}\text{C}$ 之间, 而 Li-Chan E C Y 通过差分扫描仪研究的 Norman 亚麻籽全籽变性温度为 104.83°C , 本试验亚麻籽与其所研究的 Norman 亚麻籽的变性温度有较大差异, 可能是亚麻籽的品种对其变性温度有较大影响。

亚麻籽粉的蛋白质变性温度随含水率增加而减小。对于蛋白质分子, 维持其构象的化学键主要是共价键, 还有范德华力、氢键、疏水键以及离子键、二硫键、配位键的作用^[6,11]。蛋白质随着含水率继续增加, 变性温度下降, 这是因为蛋白质分子构象中水合作用和水的渗透作用起主要作用^[9]。随着含水率的增加, 水分子部分渗透蛋白质结构空洞的表面, 并导致蛋白质的

膨胀, 从而提高了多肽链的移动性和柔性, 使蛋白质分子可以采取动力学上更为熔融的结构, 当受热时, 此动力学上柔性结构能提供键更多的机会接近盐桥和肽的氢键, 于是造成较低的 T_d 。

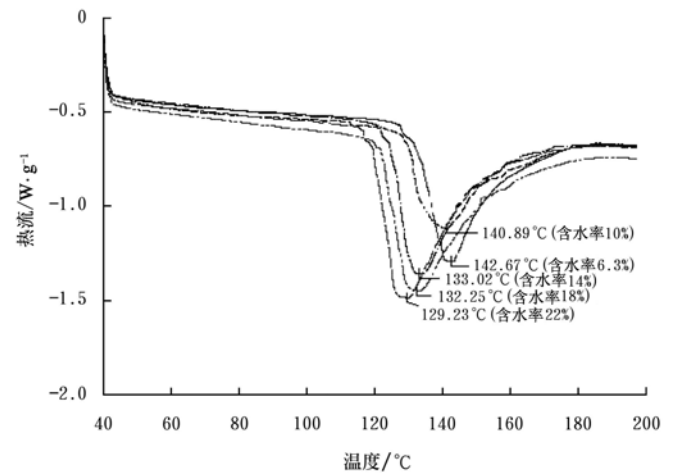


图 2 不同含水率亚麻籽粉的 DSC 曲线
Fig.2 DSC curve of flaxseed powder with different moisture

3 结论

1) 亚麻籽粉的 DSC 曲线变化比较明显, 曲线出现了明显的吸热峰, 亚麻籽粉蛋白质在加热处理时发生变性; 亚麻籽粉蛋白质的变性温度较高, 在 $129\sim 143^{\circ}\text{C}$ 之间, 为亚麻籽深加工工艺的温度选择提供了一定的理论依据。

2) 升温速率是影响 DSC 的一个重要因素, 试验结果表明, 随着升温速率的提高, DSC 曲线的峰幅增大, 峰形尖锐, 变性温度升高。我们在采用 DSC 技术进行分析时, 应根据试验要求选择适合的升温速率。

3) 亚麻籽粉蛋白质的变性温度与含水率有密切的关系, 亚麻籽粉蛋白质变性温度随含水率升高而降低。

4) 亚麻籽粉含水率对其蛋白质变性温度的影响为亚麻籽脱毒参数的选择及开发研究提供了一定理论依据。

[参考文献]

- [1] 王 健, 田丰伟, 张玉新. 热分析法在食品蛋白质研究中的应用[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2000, (4):4-16.
- [2] 陈镜泓, 李传儒. 热分析及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1985.
- [3] 汪立军, 李里特. 利用 DSC 对大豆蛋白质热变性的研究[J]. 中国农业大学学报, 2001, (6):93-96.
- [4] Arntfield S D, Murray E D. Thermal analysis of food proteins in relation to processing effects[A]. Harwalkar V R, Ma C Y. Thermal Analysis of Foods[M]. London: Elsevier Applied Science, 1990:51-91.
- [5] 鲁长新, 赵思明, 熊善柏. 鲢鱼相变区间的热特性研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23 (6): 39-43.
- [6] Li-Chan E C Y, Ma C Y. Thermal analysis of flaxseed (*Linum usitatissimum*) proteins by differential scanning calorimetry[J]. Food Chemistry, 2002, 77: 495-502.
- [7] 马稚登. 畜禽血粉膨化加工工艺研究[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2003: 10-14.
- [8] Meng G T, Ma C Y. Thermal properties of *Phaseolus angularis* (red bean) globulin[J]. Food Chemistry, 2001, 73: 453-460.
- [9] 汪立军, 李里特. 利用 DSC 对大豆蛋白质热变性的研究[J]. 中国农业大学学报, 2001, (6): 93-96.

- [10] 周素梅, 金世合, 姚惠源. 挤压稳定化处理对米糠蛋白性质影响的研究[J]. 食品科学, 24 (5): 49—52.
- [11] Hofbauerova K, Kopecky V J, Sykora J, et al. Thermal stability of the

human blood serum acid alpha (1) -glycoprotein in acidic media[J]. Biophys Chem, 2003, 103 (1): 25.

Effects of moisture of flaxseed powder on denaturation temperature of protein

Song Chunfang¹, Mao Zhihui², Wang Shuguang³, Wu Min², Zhang Zhenshan²

(1. College of Mechanical Engineering, Southern Yangtze University, Wuxi 214122, China;

2. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

3. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China)

Abstract: Effects of flaxseed powder with different moisture on the denaturation temperature of protein was investigated, which laid a foundation for further experiments on detoxification of flaxseed. The denaturation temperature of the protein in flaxseed powder with different moisture was tested by Differential Scanning Calorimetry (DSC). The results show that denaturation temperature of the protein is relatively high, which ranges between 129°C and 143°C. With increasing of calefactive speed, the peak of DSC curve gets much higher, while absorption enthalpy changes a little. There is a close relationship between denaturation temperature of protein and the moisture of flaxseed powder, that is the denaturation temperature of protein decrease with the water content increasing, which will be important theoretical information for further processing and utilization of flaxseed.

Key words: flaxseed; denaturation temperature of protein; Differential Scanning Calorimetry(DSC); moisture