

不同功率超声波对提高大豆浆蛋白质含量的影响

何 仁¹ 李军生¹ 杨建国² 侯革非¹

(¹广西工学院轻化工程系,柳州 545006) (²柳州市绿康蔬菜食品厂,柳州,545001)

摘 要 针对传统大豆磨浆出浆率低的问题,应用超声波特有的物理性质来提高大豆蛋白质和固形物回收率。使用频率 28 kHz,输出功率为 200、400 或 600 W 的超声波在大豆磨浆前后对样品进行一定时间的处理,通过跟踪豆浆中蛋白质和固形物的变化来检测超声波的作用效果。结果表明,在大豆磨浆前后利用超声波处理 2 次,其豆浆中蛋白质含量比空白的提高了 68.98%,可溶性固形物的含量也比空白的提高了 67.94%。超声波处理可以显著提高大豆浆的蛋白质和可溶性固形物的含量。

关键词 大豆,超声波,蛋白质,可溶性固形物

大豆是当今世界上种植面积最大、产量最高的农作物之一,含有大量的氨基酸、蛋白质、不饱和脂肪酸、卵磷脂等营养物质。因此以大豆为原料,经磨制后加工而成的豆制品是一类价廉物美、营养丰富的食品,深受人们的喜爱。另外,由于豆制品含糖量低、不含胆固醇,能有效预防、缓解因营养结构失调而导致的肥胖、高血脂、心脑血管疾病等,因此豆制品被中外食品和营养专家誉为最有发展潜力的新世纪理想食品。在豆制品生产过程中,大豆出浆率是关键工艺,其中蛋白质和可溶性成分的溶出率是制约豆制品质量的关键。因此,如何提高豆制品蛋白质和可溶性成分的含量成为当前豆制品生产行业一个重要的研究课题。

超声波在食品工业中的应用已经越来越引起人们的注意。据报道超声波可在液体中产生“空穴作用”,而“空穴作用”产生的冲击波和射流可以破坏植物细胞和细胞膜结构,从而增加细胞内容物通过细胞膜的穿透能力^[1,2]。适当的超声处理能增强细胞内容物通过细胞膜的穿透力和传输能力^[3]。鉴于超声波这一特异的物理性质,本文探讨了在不同功率和不同温度下,超声波对大豆浸泡吸水变化规律,蛋白质和可溶性固形物溶出的

变化规律,为超声波在豆制品工业磨浆工艺中的实际应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 原 料

试验原料:大豆,为市售商品。

1.1.2 主要设备

超声波发生仪:桂林三星超声工程设备有限公司,型号 ST-1004,频率 28 kHz,输出功率 200、400、600 W,阿贝折射仪。

1.2 试验方法

1.2.1 超声处理对大豆浸泡吸水量的影响

取精选大豆 4 份样品(各 10 g),在超声波输出功率为 200 W、40℃条件下,进行超声浸泡处理,每隔 20 min 取一份样品,至 80 min,共取 4 次,沥干、称重。

按以上步骤,分别测定 20 W、40℃,200 W、60℃,400 W、40℃,400 W、60℃,600 W、40℃,600 W、60℃条件下超声处理大豆的吸水量。同时进行空白对照试验。

1.2.2 不同条件下蛋白质含量的测定

大豆按 1.2.1 条件分别浸泡后,经磨浆 [$m(\text{大豆}):m(\text{水})=1:8$],分离(100 目滤网),然后分别测出其各个不同条件下的蛋白

质的含量。同时进行空白对照试验。

按上述条件磨制的大豆浆,在未进行浆渣分离前,应用相应功率的超声波和相应的温度条件进行二次超声处理,然后再进行浆渣分离和蛋白质含量测定。蛋白质含量用凯氏定氮法测定^[4]。

1.2.3 可溶性固形物含量测定

步骤同 1.2.2,利用阿贝折射仪测定相应温度下可溶性固形物的含量^[5]。

2 结果与讨论

2.1 超声处理对大豆浸泡吸水量的影响

大豆浸泡是豆制品加工中的重要工序之一,大豆浸泡得好坏直接影响到大豆有效成分的提取以及豆制品的品质。传统的大豆浸泡过程就是水分在大豆中自然渗透的过程,

浸泡时间长,即使在夏天至少也需 6 h 以上^[6]。超声波的力学效应赋予溶剂对细胞壁更大的渗透力,并强化细胞内外物质的传输^[7]。本试验结果标明,超声处理可使大豆浸泡的吸水速率明显加快,在一定范围内随着超声波的使用功率的增大,大豆吸水的速率也加快,超声波处理可以使大豆浸泡时间大大缩短(如表 1 所示)。经计算,超声处理后,最高的大豆吸水量比空白对照提高了 146.67%。另外,随着处理温度的提高,大豆吸水量提高,但是水分提高的幅度有所降低。说明温度也是影响大豆吸水的一个影响因子。温度与超声波可以协同作用,共同提高大豆浸泡吸水速度。超声波提高大豆浸泡吸水速率实际上是由于超声波提供了将水分子渗透到大豆细胞中一个外在推动力的结果。

表 1 超声处理对大豆浸泡吸水量的影响(g/g)

| 功率/W | 温度/℃ | 20 min* | 提高幅度/% | 40 min* | 提高幅度/% | 60 min* | 提高幅度/% | 80 min* | 提高幅度/% |
|------|------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 空 白 | 40 | 0.150 | | 0.264 | | 0.409 | | 0.529 | |
| | 60 | 0.256 | | 0.503 | | 0.672 | | 0.830 | |
| 200 | 40 | 0.194 | 29.33 | 0.423 | 60.23 | 0.602 | 47.19 | 0.741 | 40.08 |
| | 60 | 0.290 | 13.28 | 0.605 | 20.28 | 0.870 | 29.46 | 0.944 | 13.73 |
| 400 | 40 | 0.278 | 85.33 | 0.502 | 90.15 | 0.712 | 74.08 | 0.872 | 64.84 |
| | 60 | 0.360 | 40.63 | 0.690 | 37.18 | 0.964 | 43.45 | 1.028 | 23.85 |
| 600 | 40 | 0.370 | 146.67 | 0.585 | 121.59 | 0.810 | 98.04 | 0.980 | 85.26 |
| | 60 | 0.450 | 75.78 | 0.782 | 55.47 | 1.020 | 57.79 | 1.080 | 30.12 |

* 指该浸泡时刻的水分或蛋白质含量。下表同。

2.2 超声处理对大豆浆中蛋白质和可溶性固形物含量的影响

超声波是指频率为 $2 \times (10^4 \sim 10^9)$ Hz 声波。在超声波传播过程中,原点位移、振动速度、加速度及声压等都构成超声波的机械能量传递。当声强足够大时,使液体受到的负压力足够强,媒质分子之间的平均距离增大到超过极限距离,从而破坏液体结构的完整性,导致出现空穴。伴随着空化泡的激烈收缩和崩溃,从而发生能量的瞬间重新聚集与释放。据报道超声波的空化泡在绝热收缩和崩溃的瞬间会在其周围极小空间范围内产生 $1900 \sim 5200^\circ\text{C}$ 的高温和超过 50 MPa 的高压,温度变化速度达 10^9°C/s ,并伴有强烈的峰值

高达 10^8 N/m^2 的冲击波和时速达 100 m/s 的喷射流产生,其能量足以破坏植物细胞和细胞膜结构,从而增加细胞内容物通过细胞膜的穿透能力^[3]。本试验结果表明,超声波不仅可以显著缩短大豆浸泡时间和提高大豆吸水量,而且还可以提高大豆磨浆中蛋白质的含量,特别是经过二次超声处理的样品的蛋白质含量提高更为显著,最高增加幅度比空白高 68.98%(如表 2、表 3 所示)。这可能与超声波在大豆浸泡过程中对大豆种皮及大豆细胞膜结构的破坏作用有关。

大豆的主要组成成分为蛋白质 40%、脂肪 20%、碳水化合物 20%、水分 10%、粗纤维 5%、灰分 5%。蛋白质与脂肪是大豆的最

表2 超声处理对大豆浆中蛋白质含量的影响(g/g)

| 功率/W | 温度/℃ | 20min | 提高幅度/% | 40min | 提高幅度/% | 60min | 提高幅度/% | 80min | 提高幅度/% |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 空白 | 40 | 0.0170 | | 0.0187 | | 0.0214 | | 0.0245 | |
| | 60 | 0.0189 | | 0.0223 | | 0.0243 | | 0.0273 | |
| 200 | 40 | 0.0186 | 9.41 | 0.0207 | 10.70 | 0.0246 | 14.95 | 0.0289 | 17.96 |
| | 60 | 0.0197 | 4.23 | 0.0236 | 5.83 | 0.0282 | 16.05 | 0.0313 | 14.65 |
| 400 | 40 | 0.0204 | 20.00 | 0.0227 | 21.39 | 0.0265 | 23.83 | 0.0306 | 24.90 |
| | 60 | 0.0216 | 14.29 | 0.0263 | 17.94 | 0.0316 | 30.04 | 0.0334 | 22.34 |
| 600 | 40 | 0.0223 | 31.18 | 0.0251 | 34.22 | 0.0288 | 34.58 | 0.0325 | 32.65 |
| | 60 | 0.0243 | 28.57 | 0.0308 | 38.12 | 0.0328 | 34.98 | 0.0349 | 27.84 |

表3 二次超声处理对大豆浆中蛋白质含量的影响(g/g)

| 功率/W | 温度/℃ | 20min | 提高幅度/% | 40min | 提高幅度/% | 60min | 提高幅度/% | 80min | 提高幅度/% |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 空白 | 40 | 0.0170 | | 0.0187 | | 0.0214 | | 0.0245 | |
| | 60 | 0.0189 | | 0.0223 | | 0.0243 | | 0.0273 | |
| 200 | 40 | 0.0216 | 27.06 | 0.0257 | 37.43 | 0.0294 | 37.38 | 0.0311 | 26.94 |
| | 60 | 0.0220 | 16.40 | 0.0278 | 24.66 | 0.0307 | 26.34 | 0.0343 | 25.64 |
| 400 | 40 | 0.0229 | 34.71 | 0.0298 | 59.36 | 0.0323 | 50.93 | 0.0333 | 35.92 |
| | 60 | 0.0236 | 24.87 | 0.0324 | 45.29 | 0.0347 | 42.80 | 0.0358 | 31.14 |
| 600 | 40 | 0.0238 | 40.00 | 0.0316 | 68.98 | 0.0340 | 58.88 | 0.0354 | 44.49 |
| | 60 | 0.0282 | 49.21 | 0.0338 | 51.57 | 0.0354 | 45.68 | 0.0374 | 37.00 |

主要成分。因此要提高大豆的出浆率,特别是提高大豆蛋白质含量,关键是提高这两类生物大分子从大豆组织细胞中溶出的比率。通过对豆浆中可溶性固形物的跟踪测定,发现随着超声处理提高大豆浆中蛋白质含量,豆浆中可溶性固形物的含量也随之提高(如

表4、表5所示)。据报道,超声波的空穴效应不仅具有破坏细胞结构的作用,而且还具有乳化作用和剪切生物大分子的作用^[8],说明在大豆浸泡和浆渣二次处理中,超声波的破坏细胞结构、乳化、剪切等功能发挥了显著作用。

表4 超声处理对大豆浆中可溶性固形物含量的影响(g/g)

| 功率/W | 温度/℃ | 20min | 提高幅度/% | 40min | 提高幅度/% | 60min | 提高幅度/% | 80min | 提高幅度/% |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 空白 | 40 | 0.0446 | | 0.0471 | | 0.0532 | | 0.0596 | |
| | 60 | 0.0479 | | 0.0506 | | 0.0577 | | 0.0708 | |
| 200 | 40 | 0.0483 | 8.29 | 0.0521 | 10.62 | 0.0595 | 11.84 | 0.0646 | 8.39 |
| | 60 | 0.0520 | 8.56 | 0.0578 | 2.96 | 0.0649 | 12.48 | 0.0708 | 0 |
| 400 | 40 | 0.0491 | 10.10 | 0.0543 | 15.53 | 0.0626 | 17.67 | 0.0673 | 12.92 |
| | 60 | 0.0544 | 13.57 | 0.0617 | 21.94 | 0.0684 | 18.54 | 0.0748 | 5.65 |
| 600 | 40 | 0.0547 | 22.65 | 0.0598 | 26.96 | 0.0675 | 26.88 | 0.0753 | 26.34 |
| | 60 | 0.0604 | 26.10 | 0.0717 | 41.70 | 0.0780 | 35.18 | 0.0832 | 17.80 |

表5 二次超声处理对大豆浆中可溶性固形物含量的影响(g/g)

| 功率/W | 温度/℃ | 20min | 提高幅度/% | 40min | 提高幅度/% | 60min | 提高幅度/% | 80min | 提高幅度/% |
|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 空白 | 40 | 0.0446 | | 0.0471 | | 0.0532 | | 0.0596 | |
| | 60 | 0.0479 | | 0.0506 | | 0.0577 | | 0.0708 | |
| 200 | 40 | 0.0546 | 22.42 | 0.0654 | 38.85 | 0.0728 | 36.84 | 0.0813 | 34.41 |
| | 60 | 0.0667 | 39.25 | 0.0696 | 37.55 | 0.0775 | 34.32 | 0.0735 | 3.71 |
| 400 | 40 | 0.0609 | 36.55 | 0.0744 | 57.96 | 0.0783 | 47.18 | 0.0847 | 42.11 |
| | 60 | 0.0758 | 58.25 | 0.0782 | 54.55 | 0.0836 | 44.89 | 0.0740 | 4.52 |
| 600 | 40 | 0.0680 | 52.47 | 0.0791 | 67.94 | 0.0845 | 58.83 | 0.0897 | 50.50 |
| | 60 | 0.0773 | 61.38 | 0.0796 | 57.31 | 0.0862 | 49.39 | 0.0751 | 6.07 |

3 小 结

超声处理可使大豆浸泡的吸水速率明显加快,在一定范围内随着超声波的使用功率的增大,大豆吸水的速率也加快,浸泡时间大大缩短。通过跟踪豆浆中蛋白质和固形物的变化可知,大豆磨浆前后利用超声波处理 2 次,其豆浆中蛋白质含量比空白提高了 68.98%,可溶性固形物含量提高了 67.94%。

参 考 文 献

1 白天珠,张福成.声学及电子工程,1990,2:37~

34

2 林影,高大伟,梁宏.华南理工大学学报,1997,25(10):110~112

3 Grootwassink J W D, Sing L K. J. General Microb., 1983, 129:31~35

4 大连轻工业学院等编著.食品分析.北京:中国轻工业出版社,1994.214~223

5 南扬苏.物理实验.杭州:浙江大学出版社,1988.185~190

6 仇农学,李建科编著.大豆制品加工技术.北京:中国轻工业出版社,2000.47~58

7 雷德柱,高大维,于淑娟.应用声学,2000,19(5):44~47

8 石秀东.包装与食品机械,1998,16(1):10~11

Effects of Different Power of Ultrasonic Wave on Increasing the Protein and Soluble Ingredient Yield of Soya-bean Milk

He Ren¹ Li Junsheng¹ Yang Jianguo² Hou Gefei¹

(¹ Department of Light Industry and Chemical Engineering, Guangxi University of Technology, Liuzhou 545006)

(² Lukang Vegetable Food Factory of Liuzhou, Liuzhou 545001)

ABSTRACT To counter the low protein and soluble ingredient amount of soya-bean milk produced in the traditional way, the effect of ultrasonic treatment on increasing the protein and soluble ingredient yield has been studied in this paper. Treating the soya-bean and its milk before and after the grinding with different power of ultrasonic wave (28 kHz, 200 W, 400 W or 600 W), the changes of protein and soluble ingredient affected by ultrasonic wave have been detected. The results showed that compared with the control, the ultrasonic wave could increase the protein yield to 68.98 and the soluble ingredient yield to 67.94. The ultrasonic wave could remarkably increase the protein and soluble ingredient yield of soya-bean during the soya-bean milk making.

Key words soya-bean, ultrasonic wave, protein, soluble ingredient

我国《鲜奶标志管理规定》将出台

国内不少乳品企业用“还原奶”冒充“鲜奶”的混乱现象最近引起了各方的关注。为规范乳品市场的竞争秩序,我国将出台《鲜奶标志管理规定》,只有标注特殊标志的奶才可以以鲜奶的身份进入市场流通。

据专家介绍,我国有不少的乳品企业尤其是南方的一些厂家由于受奶源稀缺的影响,经常购买进口奶粉或国产奶粉进行加兑后当鲜奶出售,尽管对消费者的健康没有影响,但是还原奶的泛滥却在一定程度上侵犯了消费者的知情权。另外,我国虽然有部分地区曾经采取过对鲜奶进行标注的规定,但这种规定却成为一些地方政府或地方协会进行地方品牌保护的一种变相手段,大大妨害了我国乳业整体市场的发展。因此,制定统一的《鲜奶标志管理规定》已成当务之急。

对于《鲜奶标志管理规定》的出台,也有不少争议。有专家认为,目前我国从技术手段上还无法准确区分鲜奶和还原奶,在什么层面上界定二者的区别将是一个难题。另外,该规定在执行过程中会不会增加企业成本负担并成为一些人非法牟利的手段也不得而知。