

枣多糖提取工艺优化及陕北二十五个品种枣多糖含量分析

陈宗礼, 张向前, 刘世鹏, 齐向英, 晁晨阳, 郭园

(陕西省红枣重点实验室, 延安大学 生命科学学院, 陕西 延安 716000)

摘要:以延川县产大木枣为试材, 采用正交实验设计研究了超声波辅助提取枣多糖的优化工艺; 用筛选出的优化工艺, 结合紫外-可见分光光度法分析了 25 个品种、27 个样品枣的多糖含量。结果表明: 超声波辅助提取枣多糖的优化工艺为超声波功率 28 Hz, 料液比 1:40 g/mL, 提取温度 60℃, 提取时间 40 min, pH 7.0。27 个样品枣粉的平均纯多糖含量为 220.18±52.87 mg/g; 经 *F* 检验, 枣品种间多糖含量存在极显著差异, 最高者与最低者相差达 2.38 倍。大木枣、狗头枣和晋枣是多糖含量较高的地方优良品种, 雪枣是多糖含量较高的引进多年的适应性良种, 这些枣品种是当地种植和品质育种的优选亲本。该研究结果为陕北红枣多糖的开发利用及品种改良与种植提供了科学的基础研究数据。

关键词: 陕北枣; 多糖含量; 超声波辅助提取工艺; 紫外-可见分光光度法

中图分类号: Q 946.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2015)17-0110-05

红枣是鼠李科(Rhamnaceae)枣属植物枣树(*Zizyphus jujube* Mill)的果实, 具有养肝护肝、养血补气、抗过敏抗疲劳^[1]、抗癌养颜及防治心血管疾病的作用; 枣多糖是红枣中重要的生物活性物质, 具有明显的抗补体活性和促进淋巴细胞增殖作用, 对提高机体免疫力具有重要作用^[2-5]。枣属药食同源植物产品^[1], 《中华人民共和国药典》将其列为常用中药品种, 随着对枣功能性物质的深入研究, 其作为绿色生物医药及保健产品原料在医药、保健品及功能食品领域具有愈加广阔的市场前景和应用价值^[6-7]。近年来, 人们围绕红枣多糖的提取分离、结构鉴定与药理作用等方面展开了深入细致的研究^[5-6, 8-11]; 超声波辅助提取法也被应用于多种植物多糖的提取^[11-16]。陕北是我国红枣的发源地、主产区和优生区之一, 所产红枣以质优味美闻名于世, 也是非常地道的中药材原料; 但关于陕北红枣多糖的分析与提取研究却鲜有报道。该课题组研究了超声波辅助方法提取枣多糖的优化工艺并测定了陕北 25 个主栽枣品种、27 个样本枣的多糖含量, 以期对红枣多糖的提取和深层次利

用以及枣的品质育种和种植规划提供试验与科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为大木枣(*Zizyphus jujube* Mill. 'Damuzao'), 狗头枣(*Zizyphus jujube* Mill. 'Goutouzao')等 25 个品种, 27 个样品枣的成熟枣果, 于 2012 年 9 月枣成熟期, 采自枣主产区延川县枣园(表 2)。

主要化学药品为葡萄糖标品(色谱纯, 中国药品生物制品检定所), 无水乙醇、95%乙醇、丙酮、浓硫酸、盐酸、氢氧化钠、石油醚、80%苯酚、均为分析纯。

主要仪器为紫外可见分光光度计(UV-2550), AUW120D 电子天平(上海精密科学仪器有限公司), RE-52AA 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂), HH-2 型恒温水浴锅(北京科伟永兴仪器有限公司), CHRist 真空冷冻干燥器(Betriebsdruck), KD-52 型低速离心机(上海浦东物理光学仪器厂), SB-500DT 型超声波清洗器(昆山市超声波仪器有限公司), SHB-III 型循环水式多用真空泵(苏州长城科工贸有限公司), HFU 486 超低温冰箱(德国 Thermo 公司), EG 823LA6-NR 微波炉, KL-UP-II-20 艾柯超纯水机(成都康宁实验专用纯水设备厂), 捣碎机(DS-1 上海标本模型厂), 容量瓶, 试管等。

1.2 试验方法

1.2.1 超声波辅助提取枣多糖的工艺条件筛选 以大木枣为材料, 在单因素预试验基础上筛选出 4 个主要因素水平, 再按 4 因素不等水平正交实验设计筛选枣多糖

第一作者简介: 陈宗礼(1954-), 男, 陕西扶风人, 本科, 教授, 硕士生导师, 现主要从事植物遗传育种与生物技术等研究工作。E-mail: yadxczl@126.com.

基金项目: 陕西省科技统筹创新工程计划资助项目(2013KTZB02-03-01); 陕西省教育厅重点实验室科学研究计划资助项目(13JS125, 14JS114)。

收稿日期: 2015-05-25

提取的优化工艺。因素 K1 为功率,设一个固定水平 28 Hz,因素 A 为料液比,设 1:25、1:40、1:55 g/mL 3 个水平,因素 B 为温度,设 50、60℃ 2 个水平;因素 C 为浸提时间,设 20、30、40 min 3 个水平,因素 D 为 pH 值,设 pH 5.5、pH 6.0、pH 7.0 3 个水平。除超声波功率因素外,其余 A、B、C 因素按 $L_9(3^4)$ 正交实验设计进行,共设 9 个处理,测量重复 3 次。正交表头设计见表 2。

1.2.2 27 个样品枣多糖含量的提取 在 1.2.1 设计的试验基础上,筛选出枣多糖提取的优化工艺,按此工艺提取 25 个品种 27 个样品枣的多糖含量,每样品重复 3 次。

1.2.3 样品预处理及枣粉制备 将大木枣等样品枣洗净,去核,切成约 1 mm 薄片放于培养皿中,于真空冷冻干燥机上完全干燥,之后在高速组织捣碎机中捣碎,然后过 100 目筛,得各样品枣粉,装于磨口瓶密封备用。

1.2.4 标准曲线的制作 参考王文平等^[17]方法,在紫外/可见分光光度计 490 nm 处测定各梯度浓度葡萄糖标准测试液的吸光度(OD 值),并作葡萄糖浓度对 OD 值回归的标准曲线(图 1)。

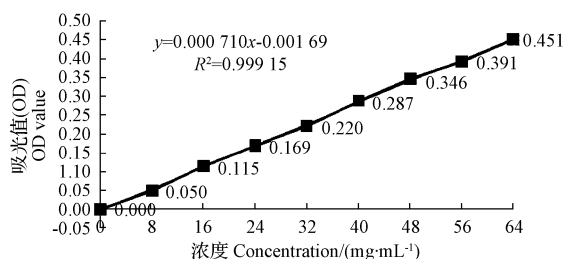


图 1 葡萄糖标准曲线

Fig. 1 Standard curve of glucose

表 1

超声波辅助提取枣多糖 $L_9(3^4)$ 正交实验

Table 1

$L_9(3^4)$ orthogonal test results by ultrasound-assisted extraction jujube polysaccharide

| 处理 Treatment | 因素 Factor | | | | 纯多糖 Pure polysaccharide/(mg · g ⁻¹) | | | |
|-----------------|---|-----------------------|------------------|--------------------|---|--------|--------|-------------|
| | A 料液比 Ratio of solid to liquid/(g · mL ⁻¹) | B 温度 Temperature/℃ | C 时间 Time/min | D pH 值 pH value | 重复 Repeat | | | 平均 Mean |
| | | | | | I | II | III | |
| 1 | 1(1:25) | 1(50) | 1(20) | 1(5.5) | 130.96 | 130.51 | 132.09 | 131.19±0.81 |
| 2 | 1 | 2(60) | 2(30) | 2(6.0) | 162.76 | 162.12 | 160.58 | 161.82±1.12 |
| 3 | 1 | 3(60) | 3(40) | 3(7.0) | 433.40 | 432.85 | 433.83 | 433.36±0.49 |
| 4 | 2(1:40) | 1 | 2 | 3 | 287.00 | 294.35 | 281.75 | 287.70±6.33 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 1 | 359.73 | 359.53 | 359.75 | 359.67±0.12 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 193.30 | 194.54 | 189.98 | 192.61±2.36 |
| 7 | 3(1:55) | 1 | 3 | 2 | 261.90 | 256.68 | 267.17 | 261.92±5.25 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 3 | 211.05 | 218.05 | 209.30 | 212.80±4.63 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 1 | 117.32 | 119.38 | 117.03 | 117.91±1.28 |
| 水平均值 1 Mean1 | 242.12b B | 226.93b B | 178.86c C | 202.92b B | | | | |
| 水平均值 2 Mean2 | 279.99a A | 244.76a A | 189.14b B | 205.45b B | | | | |
| 水平均值 3 Mean3 | 197.54c C | 247.96a A | 351.65a A | 311.29a A | | | | |
| 极差(Range, R) | 82.45 | 21.02 | 172.78 | 108.36 | | | | |

注:均数标准误 $S_x = \sqrt{\frac{S_e^2}{n}} = \sqrt{\frac{10.93}{9}} = 1.102$ 1。小写字母表示 0.05 水平上差异显著,大写字母表示在 0.01 水平上差异显著(后表同)。

Note: Mean standard error $S_x = \sqrt{\frac{S_e^2}{n}} = \sqrt{\frac{10.93}{9}} = 1.102$ 1. The lowercase letters mean significant difference at 0.05 level; the capital letters mean significant difference at 0.01 level(the same below).

1.2.5 超声波辅助提取枣粗多糖的方法步骤 按照 1.2.1 和 1.2.2 设计中不同的处理,用电子天平分别精确称取干燥衡重的大木枣枣粉 2 000 mg 置于 300 mL 锥形瓶中,按照不同的处理料液比精确量取纯水依次加入锥形瓶中,摇匀,分别按照不同的设计条件(温度、时间、pH 值)进行超声波浸提处理;将各处理条件下获得的浸提物,参照梁静等^[5]和 LI 等^[6]的方法,经离心→真空抽滤→恒温浓缩→醇沉→再离心沉淀→索氏抽提法脱脂^[15]→醇洗→干燥等逐步提取,即得到枣粗多糖。

1.2.6 枣纯多糖的提取与分析 参照韩兵兵等^[15]的方法,经去蛋白(sevager 法^[7])→脱色(丙酮:石油醚=1:1)→醇沉→离心沉淀→干燥等逐步提取,即得各处理枣纯多糖。枣纯多糖含量的分析参照王文平等^[17]方法,即采用苯酚-硫酸法制备比色液;将各处理比色液在紫外/可见分光光度计 490 nm 处分别测定其 OD 值,平行测定 3 次,求得平均 OD 值 x ,带入标准曲线方程求样品液中纯多糖测量浓度 y_c [y_c (mg/mL) = 0.007 103 142 x - 0.001 69],再按以下公式计算样品纯多糖含量:

$$X = M/W = (C \times N)/W.$$

式中, X 为样品中多糖含量(mg/g); M 为样品中多糖质量(mg); C 为样品多糖测量浓度(mg/mL); N 为样品多糖测量液稀释倍数; W 为供试样品质量(g)。

2 结果与分析

2.1 超声波辅助提取枣多糖的优化工艺筛选

表 1 极差(R 值)分析表明,用 28 Hz 超声波辅助提取红枣纯多糖时,其它试验因素对提取效果的影响主次顺序为时间>pH 值>料液比>温度。

F 检验分析表明,因素 A 各水平间差异极显著 ($F_A=1\ 402.35>F_{0.01(2,18)}=6.01$);SSR 检验, A_2 显著地优于 A_1 、 A_3 ,而 A_1 极显著地优于 A_3 。因素 B 各水平间差异极显著 ($F_B=105.68>F_{0.01(2,18)}=6.01$);SSR 检验, B_3 、 B_2 极显著地优于 B_1 , B_3 、 B_2 间差异不显著。因素 C 各水平间差异极显著 ($F_C=7\ 735.00>F_{0.01(2,18)}=6.01$);SSR 检验, C_3 极显著地优于 C_2 , C_1 、 C_1 极显著地优于 C_2 。因素 D 各水平间差异极显著 ($F_D=3\ 149.41>F_{0.01(2,18)}=6.01$);SSR 检验, D_3 极显著地优于 D_2 、 D_1 , D_2 、 D_1 差异不显著。

通过正交实验分析,筛选出超声波辅助提取红枣纯多糖提取的初步优化工艺为超声波功率 28 Hz,料液

比 1:40 g/mL,温度 60℃,时间 40 min,pH 7.0。

2.2 27 个样品枣中多糖含量的分析

表 2 表明,27 个样品枣中纯多糖的平均含量为 220.18 ± 52.87 mg/g。 F 检验,各样品枣间多糖含量差异极显著 ($F_{\text{品种}}=847.03>F_{0.01(26,54)}=2.15$),SSR 检验显示 25 个品种、27 个干枣样品中的多糖含量,除北村大木枣、庄头狗头枣和晋枣,金丝小枣和串杆枣,苹果枣和赞皇大枣,灵宝枣、驴奶头枣和骏枣,木枣和灰枣无显著差异外,其余均存在极显著差异。其中以北村大木枣的含量最高,达 287.96 ± 15.69 mg/g,鸡心枣的含量最低,为 121.01 ± 0.13 mg/g。

表 2

27 个样品干枣中多糖的含量分析结果

Table 2

Analysis results of polysaccharide content in 27 dry jujubes sample

| 产地/品种 | | 纯多糖 Pure polysaccharide/(mg·g ⁻¹ 干枣粉) | | |
|---------------------------------------|---------------------------|--|--|------------------------------|
| Producing area/ Variety | 平均值±标准差※ | 高于均值(95%置信区间) | | 多糖含量分组 |
| | Means±standard deviations | Above average/%(95% confidence interval) | | Polysaccharide content group |
| 北村/大木枣 Beicu/Damuzao | 287.96±15.69 a A | 30.78±8.06 | | 高含量组 High content group |
| 庄头/狗头枣 Zhuangtou/Goutouzao | 287.04±0.79 a A | 30.37±0.41 | | |
| 北村/晋枣 Beicun/Jinzao | 286.56±0.23 a A | 30.15±0.12 | | |
| 北村/雪枣 Beicun/Xuezao | 284.36±0.29 a AB | 29.15±0.15 | | |
| 冯家源/长团圆枣 Fengjiayuan/Changtuanyuanzao | 278.70±0.63 b B | 26.58±0.32 | | |
| 北村/灵宝枣 Beicun/Lingbaozao | 277.08±1.17 bc BC | 25.84±0.60 | | |
| 郭家山/驴奶头枣/Guojiashan/Lvnaitouzao | 272.04±0.05 c BC | 23.55±0.03 | | |
| 北村/骏枣 Beicun/Junzao | 270.83±0.36 c C | 23.00±0.18 | | |
| 延水关/大木枣 Yanshuiguan/Damuzao | 260.95±0.05 d D | 18.52±0.03 | | |
| 北村/掉牙枣 Beicun/Diaoyazao | 256.99±0.74 de DE | 16.72±0.38 | | |
| 冯家源/木疙瘩枣 Fengjiayuan/Mugedazao | 252.87±0.51 e E | 14.85±0.26 | | 较高含量组 |
| 高家源/金丝小枣 Gaojiayuan/Jinsixiaozao | 234.75±0.55 f F | 6.62±0.28 | | Higher content group |
| 郭家山/串杆枣 Guojiashan/Chuanganzao | 230.66±0.11 f F | 4.76±0.05 | | 中含量组 Medium content group |
| 北村/苹果枣 Beicun/Pingguozao | 213.64±1.51 g G | -2.97±0.77 | | |
| 北村/赞皇大枣 Beicun/Zhanhuangdazao | 212.90±0.17 g G | -3.31±0.09 | | |
| 北村/帅枣 Beicun/Shuazao | 210.40±0.12 gh GH | -4.44±0.06 | | |
| 北村/狗头枣 Beicun/Goutouzao | 205.50±0.04 h H | -6.67±0.02 | | 较低含量组 Lower content group |
| 冯家源/大团枣 Fengjiayuan/Datuanzao | 195.56±0.92 i I | -11.18±0.47 | | |
| 北村/木枣 Beicun/Muzao | 188.44±1.09 j IJ | -14.42±0.56 | | |
| 郭家山/灰枣 Guojiashan/Huizao | 184.11±0.37 j J | -16.38±0.19 | | |
| 高家源/葫芦枣 Gaojiayuan/Huluzao | 169.38±0.71 k K | -23.07±0.37 | | 低含量组 Low content group |
| 高家源/油葫芦枣 Gaojiayuan/Youhuluzao | 161.90±2.96 l L | -26.47±1.52 | | |
| 庄头/麻子枣 Zhuangtou/Mazizao | 157.04±1.57l m LM | -28.68±0.80 | | |
| 北村/大酸枣 Beicun/Dasuanzao | 152.83±0.55 m M | -30.59±0.28 | | |
| 房家洼/团枣 Fangjiawa/Tuanzao | 147.52±0.85 mn MN | -33.00±0.44 | | |
| 北村/梨枣 Beicun/Lizao | 143.85±0.06 n N | -34.67±0.03 | | 最低含量组 Minimum content group |
| 郭家山/鸡心枣 Guojiashan/Jixinzao | 121.01±0.13 o O | -45.04±0.07 | | |
| 平均值 Mean value | 220.18±52.87 | | | |
| 标准误 Standard error | 10.17 | | | |

注:1)※为重复测定 3 次的平均值。2)按枣的多糖含量指标分组时,对不同产地同一品种的枣以多糖含量高者分组。

Note:1)※ showed the measured average of repeating for 3 times. 2)To jujube of the same variety of the different regions according to higher content of polysaccharide group when the polysaccharide content of jujube are grouped by polysaccharide content index.

2.3 27 个样品枣中多糖含量的比较

2.3.1 品种间的比较 该研究以每克干枣粉样品中纯多糖的含量差异,按 30.51 mg 即该试验测定值 3 倍标准误差作为级差分类,大致将 25 个品种枣分为以下 6 个水

平组(表 2、图 2)。高多糖含量组:即多糖的含量在 257.5~288.0 mg/g 范围。该类型枣有 8 个品种,由高到低分别为大木枣、狗头枣、晋枣、雪枣、长团圆枣、灵宝枣、驴奶头枣、骏枣。它们的多糖含量高于均值

(30.78±8.06)%~(23.00±0.18)%。较高多糖含量组:即多糖的含量在 227.0~257.5 mg/g 范围。该类型枣有 4 个品种,由高到低分别为掉牙枣、木疙瘩枣、金丝小枣和串杆枣。它们的多糖含量高于均值(16.72±0.38)%~(4.76±0.05)%。中等多糖含量组:即多糖的含量在 196.5~227.0 mg/g 范围。该类型枣有 4 个品种,由高到低分别为苹果枣、赞皇大枣、狗头枣和帅枣。它们的多糖含量低于均值(−2.97±0.77)%~(6.67±0.02)%。较低多糖含量组:即多糖的含量在 168.0~

196.5 mg/g 范围。该类型枣有 4 个品种,由高到低分别为大团枣、木枣、灰条枣和葫芦枣。它们的多糖含量低于均值(11.18±0.47)%~(23.07±0.37)%。低多糖含量组:即多糖的含量在 135.5~168.0 mg/g 范围。该类型枣有 5 个品种,由高到低分别为油葫芦枣、麻子枣、大酸枣、团枣和梨枣。它们的多糖含量低于均值(26.47±1.52)%~(34.67±0.03)%。最低多糖含量组:即多糖的含量在 105.0~135.5 mg/g。该类型枣有鸡心枣 1 个品种,其多糖含量低于均值(45.04±0.07)%。

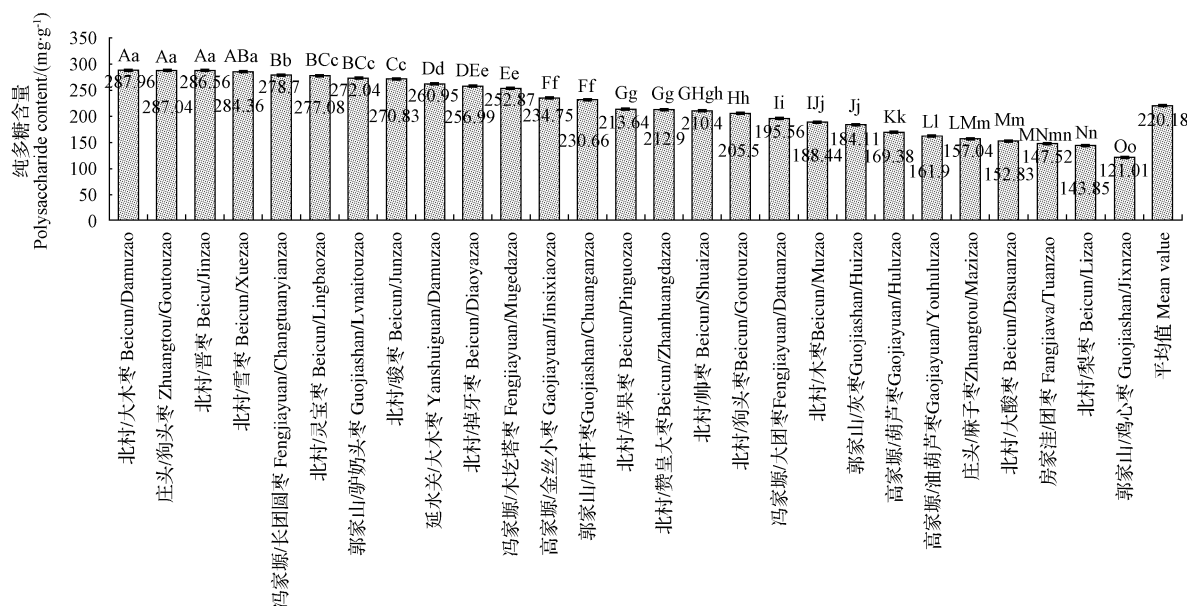


图 2 27 个样品枣每克干枣粉中多糖含量比较

Fig. 2 Polysaccharide contents in per gram dry jujube powder on the 27 sample date

2.3.2 同一品种不同产地间的比较 表 2、图 2 分析结果还显示,同一品种不同产地枣的多糖的含量也存在极显著差异,如庄头狗头枣和大木枣。庄头狗头枣的多糖含量(287.04±0.79 mg/g)极显著高于北村狗头枣的多糖含量(205.50±0.04 mg/g),高出 39.68%;北村大木枣的多糖含量(287.96±15.69 mg/g)显著高于延水关大木枣的多糖含量(260.95±0.05 mg/g),高出 10.35%。

2.3.3 同一产地不同品种间的比较 同一产地不同品种枣的多糖含量也同样存在极显著和显著差异。比如同一产地北村中,北村大木枣的多糖含量最高,为 287.96±15.69 mg/g,其次是晋枣、雪枣、灵宝枣、骏枣、掉牙枣、苹果枣、赞皇大枣、帅枣、木枣、大酸枣和梨枣,梨枣的多糖含量最低,为 143.85±0.06 mg/g,且最高含量是最低含量的 2 倍。

3 结论与讨论

采用优选的超声辅助提取枣多糖的优化工艺条件,结合紫外-可见分光光度法测定了延川县 25 个品种、27 个样品枣中多糖含量,结果显示,其多糖平均含量 220.18±52.87 mg/g,含量最高的是北村大木枣,达

287.96±15.69 mg/g,含量最低的是鸡心枣,为 121.01±0.13 mg/g。品种间及同一品种不同产地间存在极显著或显著差异,以每克干枣粉样品中纯多糖的含量差异,按含糖量极差为 30.51 mg 分类,初步分为 6 个水平组;依次为高多糖含量组、较高多糖含量组、中等多糖含量组、较低多糖含量组、低多糖含量组和最低多糖含量组。

生物某一性状表型值都是遗传与环境相互作用的结果。同一地区不同枣品种之间多糖含量的差异主要是遗传作用所致;同一品种不同产地之间多糖含量的差异主要是环境(如、土、肥、水、温度、管理水平等)差异所致。在筛选优良品种枣树时,应选取遗传性状好又能更好适应生长环境的品种,并应提高栽培管理水平,这样才能使它们优良的遗传潜力得以充分发挥而产生最大的生物学和经济效益。至于遗传和环境因素在各枣品种中究竟占多大比例,则有待于深入研究。

在基于超声波辅助提取枣多糖的研究中,韩兵兵等^[15]在提取大枣(品种不祥)多糖的研究中选出的液料比为 6:1 mL/g,魏然等^[14]在圆铃大枣多糖提取中选出的液料比为 12:1 mL/g,该研究中选出的适宜液料比

为 40 : 1 mL/g; 这种差异是在不同实验室条件下研究的结果。料液比是影响枣多糖提取效果的一个主要因素。料液比过大, 溶液中溶质浓度减小, 既影响提取率, 也会延长后续实验过程(如抽滤、浓缩)时间; 而料液比过小, 溶液中溶质浓度增大, 不利于多糖等有效成分溶解及扩散, 也会影响提取率。在实践中, 料液比的选择区间, 应以最经济的方式获得高效的提取率为原则, 既要考虑试验研究条件, 又要考虑该工艺技术在生产提取过程的实际应用来确定。

参考文献

- [1] 赵爱玲, 李登科, 王永康, 等. 枣品种资源的营养特性评价与种质筛选[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(2): 187-188.
- [2] 冯铭. 红枣多糖的提取和保健应用[J]. 山东食品发酵, 2011, 19(3): 13-16.
- [3] 陈宗礼, 贺晓龙, 张向前, 等. 木枣叶片、叶片愈伤组织及果实的氨基酸分析[J]. 食品科学, 2013, 34(10): 197-203.
- [4] 罗莉, 玉崧成, 王金水, 等. 大枣多糖结构及药理活性的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 2(3): 15-16.
- [5] 梁静, 刘晓宇, 邓碧云, 等. 红枣粗多糖的提取及抗氧化活性评价[J]. 食品科技, 2012, 37(1): 177-181.
- [6] LI J W, LU Y F, AI L Z, et al. Antioxidant activities of polysaccharides from the fruiting bodies of *Zizyphus jujuba* cv. *jinsixiaozao*[J]. Carbohydrate Polymers, 2011, 84: 390-394.
- [7] ZHANG S S, LU J, ZHANG H R. Microwave assisted extraction of bottles of jujube polysaccharide and its oxidation resistance [J]. Journal of Spectroscopy Laboratory, 2012, 29(1): 364-366.
- [8] WANG D Y, ZHAO Y, JIAO Y D, et al. Antioxidative and hepatoprotective effects of the polysaccharides from *Zizyphus jujuba* cv. Shaanbeitanzao [J]. Carbohydrate Polymers, 2012, 88: 1453-1459.
- [9] WANG B. Chemical characterization and ameliorating effect of polysaccharide from Chinese jujube on intestine oxidative injury by ischemia and reperfusion[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2011, 48: 386-391.
- [10] 吴冬青, 安红钢, 徐新建, 等. 甘肃临泽小枣多糖提取及抗氧化性[J]. 光谱实验室, 2011, 28(3): 34-36.
- [11] 张耀雷, 黄立新, 张彩虹, 等. 红枣多糖的研究进展[J]. 食品工业科技, 2013, 34(23): 349-352.
- [12] 杨军, 章英才, 苏伟东, 等. 灵武长枣多糖含量测定的研究[J]. 北方园艺, 2011(14): 35-37.
- [13] 王俊钢, 刘成江, 吴洪斌, 等. 超声波协同纤维素酶提取骏枣多糖工艺优化[J]. 广东农业科学, 2012(2): 90-93.
- [14] 魏然, 陈义伦, 邹辉, 等. 超声波提取条件对圆铃大枣多糖提取率的影响[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(11): 253-257.
- [15] 韩兵兵, 李鹏飞, 赵国燕, 等. 超声强化提取大枣多糖的研究[J]. 科技研究, 2005(3): 53-55.
- [16] 石浩, 王仁才, 庞立, 等. 不同品种枣果实多糖含量分析[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(19): 6370-6372.
- [17] 王文平, 郭祀远, 李琳, 等. 苯酚-硫酸法测定野木瓜中多糖含量的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(4): 276-278.

Optimization of the Jujube Polysaccharide Extraction Technology and Analysis of Polysaccharide Content in Twenty-five Jujube Varieties From Northern Shaanxi

CHEN Zongli, ZHANG Xiangqian, LIU Shipeng, QI Xiangying, CHAO Chenyang, GUO Yuan

(Shaanxi Key Laboratory of Chinese Jujube, College of Life Science, Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000)

Abstract: With Yanchuan-produced jujube (Damuzao) as raw materials, optimize technology conditions of extraction jujube polysaccharide were studied with using the ultrasound assisted methods by orthogonal experimental design; polysaccharide content of 25 varieties, 27 jujube samples were analyzed to screen out the optimization technology combining with ultraviolet-visible spectro-photometry. The results showed that the optimum process conditions of extracted jujube polysaccharide by ultrasonic assisted were ultrasonic power of 28 Hertz, solid-liquid ratio of 1 : 40 g/mL, extracting temperature of 60°C, extracting time of 40 min and pH 7.0. The average pure polysaccharide content was 220.18 ± 52.87 mg/g in 27 sample date powder. *F* test indicated that polysaccharide content among these jujube cultivars there were extremely significant differences, the highest and the lowest polysaccharide content discrepancy reach 2.38 times. The jujube mill 'Damuzao', 'Goutouzao' and 'Jinzao' were local fine varieties with high polysaccharide content and the jujube mill 'Xueza' was a daptive improved varieties of higher polysaccharide content introduced for many yeas; these jujube varieties are optimizing parent of locally grown and quality breeding. These researched results provided scientific basis for the development and utilization of Northern Shaanxi jujube polysaccharide and variety improving and planting.

Keywords: Jujube from Northern Shaanxi; polysaccharide content; ultrasonic assisted extraction technology; ultraviolet-visible spectrophotometry