关注环保，珍爱绿色  
——常见植物去污能力的研究

**结题报告**

**姓 名 麦浈那**

**指导教师 武 秋**

**学 校 徐州市矿大实验学校**

**日 期 2023.03**

# 常见植物去污能力的研究

摘要：目前市售洗洁精的主要有效成分为表面活性剂，化学合成的表面活性剂对环境存在潜在的污染危害。无患子、皂角、茶籽粉，这三种植物由于含有丰富的皂素成分，是纯天然的表面活性剂。本研究通过实验，对比研究这三种植物提取液作为洗洁精对餐具的去污效果，以此探究更适合作为洗洁精的植物。研究结果显示：（1）无患子为此次选取的三种植物中对餐具去污效果最优的植物，具有优良的起泡性能和较好的乳化效果，去油污效果较优；（2）无患子提取液的最佳浓度为6.25%，此浓度对餐具有较好的去污效果且较为经济。研究结果表明无患子提取液无论在去污效果上还是购买成本上，均能较好的满足日常生活洗洁精的需要，这对于无患子等纯天然植物在实际生活中的用处起到了一定的推广和参考意义。

关键词：植物；表面活性剂；去污效果；洗洁精

目录

**[常见植物去污能力的研究 1](#_Toc17141)**

[1.前言 1](#_Toc542)

[1.1研究缘起 1](#_Toc10784)

[1.2概念认知 1](#_Toc25107)

[1.3研究现状 2](#_Toc18692)

[1.4 研究目的与意义 2](#_Toc19399)

[1.5研究方法与流程 3](#_Toc12521)

[2.实验与分析 4](#_Toc15541)

[2.1实验材料与仪器 4](#_Toc7532)

[2.2提取液制备 4](#_Toc3557)

[2.3去污效果实验开展 5](#_Toc28305)

[2.4三种植物提取液对不同洗涤对象的去污实验 9](#_Toc6538)

[2.5三种植物提取液的成本比较 9](#_Toc9393)

[2.6三种植物提取液的综合比较 10](#_Toc16693)

[2.7 无患子提取液最佳浓度的确定 10](#_Toc19250)

[2.8延长无患子提取液质保期的实验 11](#_Toc592)

[2.9分析 11](#_Toc17065)

[3.结论与展望 12](#_Toc25014)

[3.1结论 12](#_Toc28853)

[3.2展望 12](#_Toc6642)

[参考文献 13](#_Toc2938)

## 1.前言

### 1.1课题来源

洗洁精是居家生活的必备品，其主要有效成分为：表面活性剂。表面活性剂是石油化工业的一种重要的化学品，如今表面活性剂被较为广泛地应用于各行各业中。表面活性剂在其大量使用的过程中，既给人们带来了便利，也有环境污染的潜在危害：比如表面活性剂的未降解成分造成了水体和土壤的污染。

随着人们环保意识和安全意识的增强，人们对日常生活清洁剂的要求越来越高，越来越追求成分天然且效果优良的纯天然清洁剂。经查阅文献了解到，含皂素植物提取物是纯天然的表面活性剂，可用来制作纯天然无公害清洁剂，用于日常生活的餐具洗涤、洗手、洗发等；

常用于制作纯天然清洁剂的三类含皂素丰富的植物为：无患子、皂角、茶籽粉；

本课题将选取无患子、皂角和茶籽粉，从洗洁精的角度展开调研，对比研究三种植物提取液对餐具的去污效果，分析更适合作为洗洁精的植物。

### 1.2概念认知

（1）皂素：皂素即皂苷，它较为广泛地存在于植物界，大部分皂苷具有起泡的性质和乳化剂的作用，常被用作清洁剂。

（2）无患子：无患子是无患子科植物，其果皮含有丰富的皂素，主要表面活性成分为三萜皂苷类和蛋白质等，是一种天然的表面活性剂。

（3）皂角：皂角是豆科皂荚属植物，其提取物含有丰富皂苷，可以作为表面活性剂，并且具有良好的去污效果，且有文献表明皂角对重金属具有超强的清洁能力。

（4）茶籽粉: 茶籽粕是油茶籽经榨油之后剩下的渣饼，茶籽粉是再利用剩余的渣饼研磨而成。茶籽粉中含有丰富的茶皂素，也是一款纯天然的清洁产品，多用来清洗碗筷和衣服等。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| IMG_256 | IMG_256 | IMG_256 | IMG_256 |

图1 从左至右为上述植物

### 1.3研究现状

利用中国知网进行文献查阅，分别以“含皂素植物”、“纯天然洗洁精”、“去污力”等关键词检索文献。通过查阅文献了解到：无患子、皂角和茶籽粉含有丰富的皂素，多被用作纯天然的表面活性剂。

赵宇轩等在皂角天然洗手液的制备研究中，主要以皂角为天然洗手液的成分,制作出一种清洁效果好、绿色的天然洗手液，且使用性能良好。

杨兴等在纯天然植物洗洁精的制备研究中，目的为了制备一款纯天然的洗洁精,并对其制备工艺、质量标准以及活性进行评价。

赵秀芬在餐具洗涤剂中去污力检测方法的探讨中，依据国标GB 9985—2000对餐具洗涤剂产品的去污力进行检测，分析了两种主要检测方法的异同点。

多次查阅文献之后，发现当前关于纯天然植物清洁剂的研究存在一些需要改进的地方：已有的文献多为对某种单一植物的研究，如无患子、柚子皮、橘皮等，而缺乏对多种植物的对比研究，比如研究某个清洁领域更适合的植物，将会对实际生活更有指导意义。同时，现有的研究方向主要为洗手液和洗发水等，针对洗洁精的研究较少，而关于茶籽粉作为清洁剂的研究更为少见。现有的研究较多地侧重于生产工艺研究，缺乏深入研究，比如对最佳浓度的确定，对纯天然植物清洁剂可能存在的保质期的探究。

此外，现有的针对植物作为清洁剂的研究，通常使用专业的实验仪器和研究方法，研究较为细致，但是研究多为理论性，没有与实际生活相结合，比如没有成本比较，没有实际使用效果研究，如果理论结合实际将会更直观，更有现实意义。

### 1.4 研究目的与意义

#### 1.4.1研究目的

本课题选取三种常用于作为纯天然表面活性剂的三种植物：无患子果皮、皂角及茶籽粉，针对三种植物的提取液，分别通过实验展开研究，探究最适合作为洗洁精的植物。

#### 1.4.2研究意义

如今表面活性剂被广泛地应用于居家生活的清洁剂中，比如洗洁精、洗衣液、洗发水等等，表面活性剂主要包括直链烷基苯磺酸钠、十二烷基硫酸钠、烷基糖苷、烷基甜菜碱等，这些产品为石油的衍生物，而石油资源是不可再生资源。同时研究表明未经处理的表面活性剂的废水如果排到自然界的水中，有潜在的污染环境的风险，因此探索研究纯天然的植物清洁剂对环境保护有着重要的意义。随着人们生活水平的提高和环保意识的增强，人们也越来越注重清洁剂的成分及环保性。

通过本课题研究，倡导人们尝试发现身边的纯天然植物在生活中的应用，引导人们关注环保，尝试低碳生活。无患子、皂角和茶籽粉均为纯天然植物，无化学添加，如果纯天然植物能较为广泛地被应用到日常生活的清洁中，不仅能做到物尽其用，而且能减少使用化学产品对环境的污染。

### 1.5研究方法与流程

实验法：参考GB9985-2000 《手洗餐具用洗涤剂》标准和去污力原理，以市售白猫洗洁精为对照组，深入探究对比无患子、皂角和茶籽粉作为洗洁精对餐具的去污效果。

（1）起泡性能实验：通过研究三种植物提取液的泡沫高度来测定其起泡性能。

（2）乳化效果实验：研究三种植物提取液对植物油的乳化效果。

（3）去油率法实验：参考去油率法来测定三种植物提取液的去污力。

（4）对不同洗涤对象的去污效果实验：选取不同材质的餐具，比较三种植物提取液对餐具的去污效果。

（5）确定植物提取液最佳浓度的实验：通过不同浓度的配比，测定去污效果较适合的浓度。

## 2.实验与分析

### 2.1实验材料与仪器

（1）实验材料：无患子果皮、皂角段以及茶籽粉，400目滤布，牛油、猪油、单硬脂肪酸甘油酯。

（2）实验仪器：200ml烧杯，5ml具塞试管，pH值测试仪，酒精灯加热三脚架，胶头滴管，试管架15.5mm\*30孔，25.4\*76.2mm载玻片，不锈钢载玻片架，高精度电子秤，实验温度计，洗洁精活性物浓度检测仪。

### 2.2提取液制备

将无患子果皮及皂角段各称重30克，分别浸泡于800ml纯净水中两个小时，通过水提法，各煮15分钟关火，晾至室温，使用400目滤布过滤，分别取得无患子提取液和皂角提取液各200ml；

将茶籽粉称重30克，浸泡于800ml纯净水中，两个小时后，使用400目滤布过滤，取得200ml茶籽粉提取液。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | C:\Users\86136\AppData\Local\Temp\WeChat Files\0fa0ed5060d48418a9bc660f44d03c7.jpg |

图2 称量与提取

#### 2.2.1感官指标

外观色泽：三种提取液中，无患子提取液的色泽为最淡，呈浅棕色，皂角提取液的色泽居中，呈中棕色，茶籽粉提取液的色泽最深，呈深棕色。

香气：无患子提取液呈淡淡的植物酸味，皂角提取液的香气较淡、接近于无味，茶籽粉提取液呈略苦涩的味道。

#### 2.2.2 pH值测定

洗洁精国标GB 9885-2000规定pH值为4.0-10.5，使用pH值测试仪分别测定无患子提取液、皂角提取液以及茶籽粉提取液的pH值，经测定，显示三种植物提取液的pH值均符合洗洁精国标要求，以下分别为pH值测定图以及pH值数据表。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

图3 PH值测定

表1 PH值结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 无患子提取液pH值 | 皂角提取液pH值 | 茶籽粉提取液pH值 |
| 5.10 | 5.14 | 5.77 |

### 2.3去污效果实验开展

#### 2.3.1洗洁精的去污力原理

洗洁精的主要有效物质为表面活性剂，表面活性剂既亲水又亲油，其分子中有一个亲水端，与水有很强的结合力；另有一个亲油端，与油有很强的结合力。它们溶于水时，都能降低水的表面张力，当水的表面张力降低时，洗洁精溶液使互不相溶的水和油发生分离。此外，洗洁精的去污力还依据乳化原理，乳化原理即为把大的油滴分解成小的油滴，从而使油污较为容易地被清洗掉。以下所进行的实验均依据这两个原理而开展。

#### 2.3.2皂素的去污效果

皂素即皂苷，它是一类结构较为复杂的成分，主要由皂苷和糖、或其他有机酸所组成。皂苷是很强的表面活性剂，即使被高度稀释也能形成皂液，多用来制作洗涤剂、乳化剂或发泡剂等。

本课题研究的三种植物：无患子、皂角及茶籽粕，经查阅文献研究表明，均含有丰富的皂素，也经常被应用于生活中的清洁剂。

#### 2.3.3活性物浓度的测定

洗洁精的活性物浓度测定是指表面活性剂的含量，以白猫洗洁精作为对照组，使用洗洁精活性物浓度检测仪，分别对三种植物提取液进行活性物浓度测试。依据检测结果，白猫洗洁精的活性物浓度为20%，而三种植物提取液的活性物浓度较低，仅为2%。那么活性浓度较低的溶液，是否有较好的去污效果呢？

#### 2.3.4起泡性能测定

（1）分别取无患子提取液、皂角提取液和茶籽粉液5ml, 滴入具塞试管；

（2）分别将试管上下震荡十次后，记录泡沫高度；

（3）实验分为三组，分别取三组实验的平均值作为实验结果；

结论：茶籽粉提取液和无患子提取液的起泡性能较优，其中茶籽粉提取液的起泡性能略胜无患子提取液，而皂角的起泡性能为三者中最低。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| C:\Users\86136\AppData\Local\Temp\WeChat Files\142c4cfb33d094e24df159fa6cdb326.jpg | C:\Users\86136\AppData\Local\Temp\WeChat Files\4b43eacc3d2028a971995e372189b48.jpg | C:\Users\86136\AppData\Local\Temp\WeChat Files\e287e6bc80c692002a3146db64ba22a.jpg |

图4 泡沫高度对比图

表2 无患子、皂角和茶籽粉提取液三次泡沫高度对比表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 次数/高度(ml) | 无患子 | 皂角 | 茶籽粉 |
| 第一次 | 10ml | 6ml | 10.5ml |
| 第二次 | 10.5ml | 6.1ml | 10.2ml |
| 第三次 | 10ml | 6.3ml | 9.9ml |
| 三次平均高度 | 10.17ml | 6.13ml | 10.2ml |

#### 2.3.5 乳化能力测定

（1）准备4个具塞试管，分别滴入2ml纯净水，再滴入食用植物油各1ml，发现油和水不相容，有明显分层；

（2）取白猫洗洁精、无患子提取液、皂角提取液、茶籽粉液各2ml,分别滴入上述四个试管；

（3）将上述4个试管分别上下震荡十次后，静置1分钟，观察分层效果；

（4）实验结论：植物油在这三种植物提取液中，能较为均匀地分散在溶液里，无明显分层，这表明无患子、皂角和茶籽粉提取液均有较好的乳化性能。

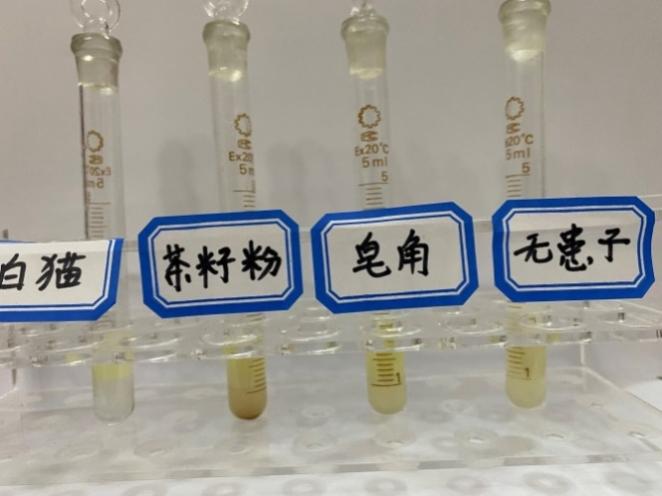


图5 三种植物提取液和白猫洗洁精乳化效果图

#### 2.3.6去油率法实验

（1）参考GB/T 9985《手洗餐具用洗涤剂》，去油率法为测定手洗餐具用洗涤剂的重要方法之一，本次实验以市售的白猫洗洁精为对照组，无患子提取液、皂角提取液和茶籽粉提取液为受试品，为确保实验的有效性，同一批次实验至少进行三组实验。如果受试品的去油率不低于标准洗洁精的去油率（约38%），则判为合格反之即为不合格。

（2）人工油污制作：将牛油、猪油、植物油以质量比0．5：0．5：1的比例进行配制，再添加总质量为其5％的单硬脂酸甘油酯，制作成人工油污。

（3）污片制备：取4片载玻片，分别在顶端2厘米处划线，并分别标上序号后，用玻璃棒将上述制备的人工污垢，均匀涂抹在载玻片上，人工污垢的高度不超过划线处，放置于瓷盘中，静置2小时直至无污液滴下。

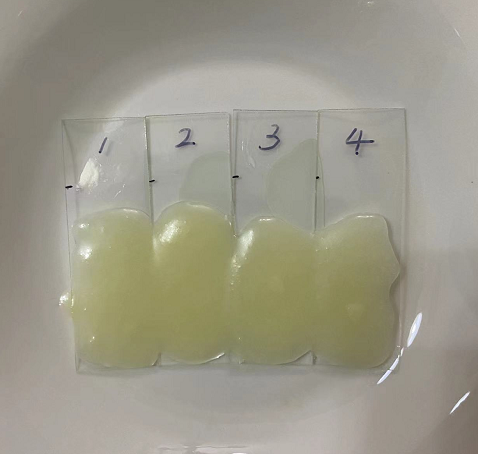


图6 人工污片制作

（4）溶液制备: 分别用滴管量取白猫洗洁精和无患子提取液、皂角提取液、茶籽粉提取液各 2ml于250ml的烧杯里，在相同的温度下，分别加入自来水200ml。

（5）洗涤过程: 待污片晾干后，将四片污片依次称重，并分别放入四个烧杯中，在四种溶液中浸泡 15 分钟，上下晃动10次洗涤，然后取出，放置于载玻片架，静置2小时直至无液体滴下，再次将洗涤后的载玻片依次称重。该实验分别对白猫洗洁精、无患子提取液、皂角提取液及茶籽粉提取液进行实验，实验进行三组。

（6）去污率测定公式:（涂污后载玻片的质量-洗涤后载玻片的质量)/(涂污后载玻片的质量－涂污前载玻片的质量)\*100%

（7）实验结果：

表3 白猫洗洁精三次去油率法实验数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 白猫洗洁精 | 涂污前载波片质量 (g) | 涂污后载玻片质量 (g) | 洗涤后载玻片质量 (g) | 去污率 |
| 第一组实验 | 5 | 6.5 | 5.8 | 46.67% |
| 第二组实验 | 5 | 6.3 | 5.5 | 61.54% |
| 第三组实验 | 5 | 6.7 | 5.4 | 76.47% |
| 平均值 | 5 | 6.5 | 5.6 | 61.56% |

表4 无患子提取液三次去油率法实验数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 无患子 | 涂污前载波片质量 ( g) | 涂污后载玻片质量 ( g) | 洗涤后载玻片质量 ( g) | 去污率 |
| 第一次实验 | 5 | 6.7 | 5.7 | 58.82% |
| 第二次实验 | 5 | 6.2 | 5.4 | 66.67% |
| 第三次实验 | 5 | 6.4 | 5.5 | 64.29% |
| 平均值 | 5 | 6.4 | 5.5 | 63.26% |

表5 皂角提取液三次去油率法实验数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 皂角 | 涂污前载波片质量 ( g) | 涂污后载玻片质量 ( g) | 洗涤后载玻片质量 ( g) | 去污率 |
| 第一次实验 | 5 | 6.7 | 6.2 | 29.41% |
| 第二次实验 | 5 | 6.5 | 6 | 33.33% |
| 第三次实验 | 5 | 6.2 | 5.7 | 41.67% |
| 平均值 | 5 | 6.5 | 6 | 34.80% |

表6 茶籽粉提取液三次去油率法实验数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 茶籽粉 | 涂污前载波片质量 ( g) | 涂污后载玻片质量 ( g) | 洗涤后载玻片质量 ( g) | 去污率 |
| 第一次实验 | 5.0 | 6.6 | 5.7 | 56.25% |
| 第二次实验 | 5.0 | 6.9 | 6.1 | 42.11% |
| 第三次实验 | 5.0 | 7.1 | 6 | 52.38% |
| 平均值 | 5.0 | 6.9 | 5.9 | 50.25% |

结合三组实验，得出结论：无患子提取液和茶籽粉提取液的去油率均符合国标，而皂角提取液去油率低于国标，其中无患子的去污力最优，去油率为63.26%，略高于白猫洗洁精的61.56%。

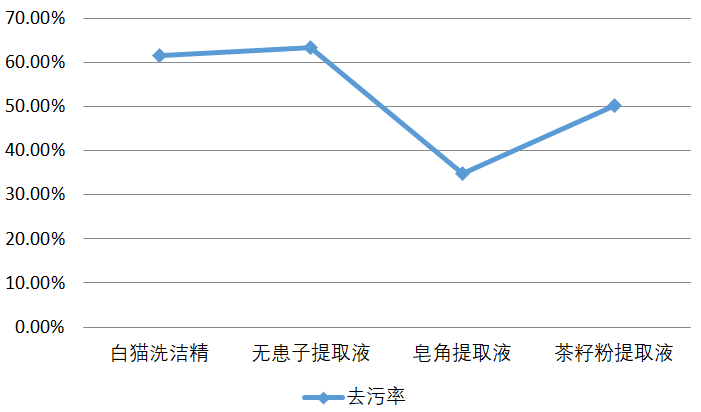


图7 无患子、皂角和茶籽粉提取液与白猫洗洁精的去污率对比图

### 2.4三种植物提取液对不同洗涤对象的去污实验

分别选取三种不同材质的餐具作为洗涤对象：带油污的炒锅（铁质），带油污的餐盘（陶瓷），带油污的茶杯（玻璃），各使用5ml的无患子、皂角和茶籽粉提取液对这三种餐具开展去污实验，每个餐具的油污为等量的人工油污，每组实验进行三次，记录每次清洗所需的时间，评判合格的标准为肉眼观察餐具表面光洁，用手触摸无粘腻感。取三次实验平均值，实验结论如下表：

表7 三种植物提取液对不同洗涤对象的去污时间对比表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 洗涤对象 | 炒锅 | 餐盘 | 茶杯 |
| 无患子提取液 | 61s | 36s | 34s |
| 皂角提取液 | 72s | 49s | 40s |
| 茶籽粉提取液 | 68s | 42s | 47s |

由上表可以看出，无患子提取液对不同餐具的清洗时间总体较快，在实验过程中，观察到无患子提取液清洗餐具时的泡沫较丰富，也能较为快速地洗掉油渍，清洗后餐具较为干净光洁；皂角提取液的清洗速度较慢，泡沫不多，需要的时间相对较长，清洗后餐盘用手触摸略为粘腻；而茶籽粉清洗过程中，泡沫较为丰富，清洗的餐盘较为干净，但是清洁泡沫所花的时间较长。因此综合清洗时间和清洁效果，无患子提取液较优。

### 2.5三种植物提取液的成本比较

无患子果皮、皂角及茶籽粉均从网上购买，购买价格分别为：7.8元/500g，8.8元/500g，8.8元/500g。制作提取液时，每份取30g即可提取700ml有效溶液，由此可以推算500g的无患子果皮、皂角及茶籽粉，可以使用约16次，每次价格约为0.55元，而市售洗洁精的价格为每瓶4.5-5.5元（500g）。

因此，在成本方面，与市售洗洁精相比，三种植物提取液的成本较低，且购买较为便利。

### 2.6三种植物提取液的综合比较

依据上述实验的结论，总结出三种植物提取液的综合对比表，由表8可以看出，三种植物提取液中从去污力及成本上，无患子提取液均为较优，因此得出结论：无患子提取液为三种植物提取液中去污效果较好的。

表8 三种植物提取液的综合对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 性能 | 无患子提取液 | 皂角提取液 | 茶籽粉提取液 |
| pH值 | 符合国标 | 符合国标 | 符合国标 |
| 乳化性能 | 较好 | 较好 | 较好 |
| 起泡性能 | 次高 | 低 | 最高 |
| 去油率法实验 | 最高 | 低 | 次高 |
| 对不同餐具的去污效果 | 较好、时间快 | 效果和时间均一般 | 较好，时间较慢 |
| 购买成本 | 较低 | 较低 | 较低 |

### 2.7 无患子提取液最佳浓度的确定

依据上述实验，无患子提取液去污效果更优，上述实验的开展均基于30g无患子果皮溶于800ml水，为了判断最佳浓度的去污效果，分别取30g无患子果皮溶于800ml水，取50g无患子果皮溶于800ml水，取100g无患子果皮溶于800ml水，取150g无患子果皮溶于800ml水，浓度比率如下表：

表9无患子提取液不同浓度配比

|  |  |
| --- | --- |
| 无患子果皮与水质量配比 | 无患子提取液浓度 |
| 30g溶于800ml水 | 3.75% |
| 50g溶于800ml水 | 6.25% |
| 100g溶于800ml水 | 12.50% |
| 150g溶于800ml水 | 18.75% |

使用以上四种不同浓度的配比，按照3.3.6去油率法进行实验，得出结论：随着无患子提取液浓度的增加，去污率随之上升，从下表可以观察到，当无患子提取液的浓度达到12.5%和18.75%时，去污率虽然略高，但是与浓度为6.25%的去污率基本持平，而此浓度较为节省成本和资源，由此可判断，无患子提取液在浓度为6.25%时为较为合适的浓度，不仅去污率高且节约成本和资源。

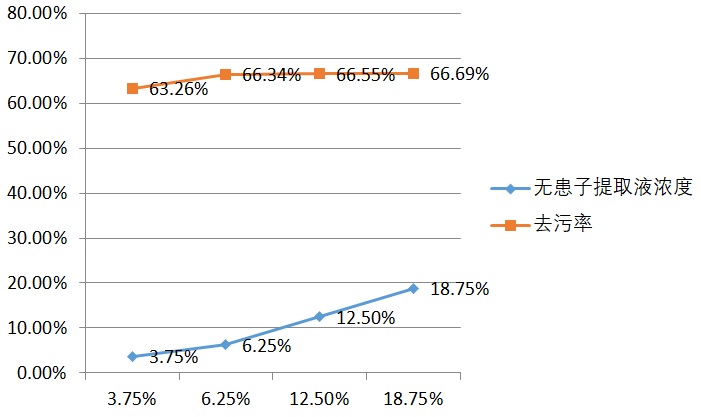


图11 无患子提取液四种浓度对去污率的影响

### 2.8分析

实验结论显示在无患子、皂角和茶籽粉三种提取液中，无患子提取液作为洗洁精具有更好的去污效果，无论是在起泡性能、乳化能力、去油率实验以及对不同洗涤对象的清洗实验等方面，均表现出较好的去污效果。

无患子提取液的最佳浓度：当无患子提取液浓度为6.25%时，去污效果较好，且此浓度较为节省资源和成本。

## 3.结论与展望

### 3.1结论

本课题开展一系列的去污效果实验，实验主要包括乳化效果实验、起泡性能测试、去油率法实验、对不同洗涤对象的去污效果实验，得出结论无患子提取液对餐具的去污效果较佳。

随后本课题分别对无患子提取液选取不同浓度，通过去油率法实验，测定无患子提取液较合适的浓度为6.25%，此浓度对餐具的去污效果佳，且此浓度较为节省资源和成本。

### 3.2展望

本课题的研究方法仍然存在局限性，实验中较少使用专业的化学仪器，而是根据实验原理而进行的实验，因此在以后的实验中可以利用专业仪器，使得数据更为科学、精确。同时，由于纯天然植物提取液不含任何防腐剂，可能会存在保存期短而造成变质、效果变差等问题，因此需要探索对其更好的储存方式，以延长纯天然植物洗洁精的保质期，避免资源的浪费。

研究表明无患子、皂角和茶籽粉可以应用到洗洁精中，但是本课题只研究了这三种植物在洗洁精方面的应用，且重点研究了去污效果，以后的研究可以扩大研究范围，包括植物的抑菌效果等。通过问卷调查显示有较多的人们希望纯天然植物洗洁精能广泛地运用到生活中，包括清洗果蔬、洗涤衣物等等方面。目前已有研究证实无患子和皂角在清洁剂方面的有效应用，包括洗手液、洗发水和洗面奶等，期望在将来的研究中能更多地开发可利用的植物，以及可应用到日常生活清洁剂的方方面面，满足人们日益增长的对环保绿色清洁剂的要求。

## 参考文献

[1]. 赵宇轩, 蒋革, 郝梓彤, 刘俊成. 皂角天然洗手液的制备研究[J].化工管理. 2020,(14):193-194

[2]. 杨兴, 王泽, 李佳, 张馨方, 孟晶. 纯天然植物洗洁精的制备[J].陕西中医药大学学报. 2020, 43(06):59-62

[3]. 赵秀芬. 餐具洗涤剂中去污力检测方法的探讨[J]. 科教文汇(下旬刊).2015, (06):182-184

[4]. 叶 雪. 表面活性剂废水对环境的危害及其处理技术[J].四川化工. 2019, 22(03):11-13

[5]. 张永忠, 徐建军, 叶玉杰. 无患子果皮皂苷提取及天然洗手液制备研究[J]. 亚太传统医药.2017, 13(14):34-36

[6]. 李智斌, 张彦焘. 无患子总皂苷表面活性及其含量测定方法的研究[J].广东化工. 2019, 46(09):124-125

[7]. 万笑可,沈兵,刘庆刚,钱千里. 张利萍餐具洗涤产品的去污力评价方法[J].中国洗涤用品工业.2014,(06):58-61

[8]. 王琪,刘跃红,刘琨毅,辜义洪,梁宗余.天然橘皮洗洁精及抑菌效果研究[J]. 生物技术世界. 2016,(03):325-326

[9]. 邱米, 关继华, 陆顺忠. 无患子皂甙不同提取方式试验[J]. 广西林业科学.2013,42(04):390-392